



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Gebrauchsmusterschrift**  
10 **DE 200 14 425 U 1**

51 Int. Cl. 7:  
**H 01 H 25/00**  
G 05 G 1/00

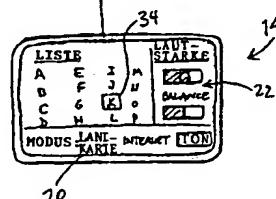
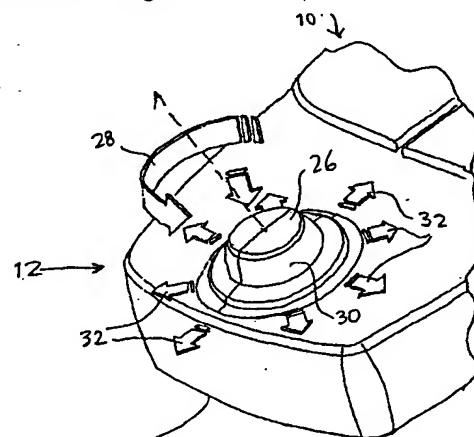
21 Aktenzeichen: 200 14 425.1  
22 Anmeldetag: 18. 8. 2000  
47 Eintragungstag: 4. 1. 2001  
43 Bekanntmachung  
im Patentblatt: 8. 2. 2001

DE 200 14 425 U 1

- 30 Unionspriorität:
- |           |              |    |
|-----------|--------------|----|
| 60/149781 | 18. 08. 1999 | US |
| 60/159930 | 14. 10. 1999 | US |
| 60/182557 | 15. 02. 2000 | US |
- 73 Inhaber:  
Immersion Corp., San Jose, Calif., US
- 74 Vertreter:  
Kahler, Käck & Fiener, 87719 Mindelheim

54 Mechanismen für Steuerknöpfe und andere Schnittstellenvorrichtungen

- 57 Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung umfassend:
- einen Bedienknopf, der in einem Rotationsfreiheitsgrad um eine Achse drehbar ist, die sich durch den Bedienknopf hindurch erstreckt, wobei der Bedienknopf auch in einer Querebene beweglich ist, die annähernd lotrecht zu der Achse ist;
  - einen Mechanismus, der der Bewegung des Bedienknopfes in der Querebene eine bestimmte Seitenrichtung zur Verfügung stellt, wobei die vorbestimmte Seitenrichtung eine aus einer Vielzahl von vorbestimmten Seitenrichtungen in der Querebene ist, die der Mechanismus zuläßt, wobei der Mechanismus ein Durchlaßelement und ein Tauchkolbenelement einschließt, und das Tauchkolbenelement an einer Seite des Durchlaßelementes angreift;
  - einen Drehsensor, der eine Position des Bedienknopfes in dem Rotationsfreiheitsgrad erfaßt; und
  - einen Seitenmeßfühler, der dazu dient, eine Position des Bedienknopfes in der bestimmten Seitenrichtung zu erfassen.



DE 200 14 425 U 1

19.10.00

- 1 -

Beschreibung

Aktenzeichen: 200 14 425.1

MECHANISMEN FÜR STEUERKNÖPFE UND ANDERE  
SCHNITTSTELLENVORRICHTUNGEN

Hintergrund der Erfindung

Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Bedienknopf-  
Steuervorrichtungen und insbesondere auf  
Steuerknopfvorrichtungen mit Krafterückkopplung (Force Feedback)  
und/oder zusätzlicher Eingabefunktionsvielfalt.

Steuerknöpfe werden für viele verschiedene Funktionen an vielen  
unterschiedlichen Gerätetypen verwendet. Oft bieten Drehregler  
einem Benutzer einen Steuerungsgrad, der in anderen Formen von  
Steuervorrichtungen, wie z. B. Tasten- oder Schaltsteuerungen,  
nicht erreicht wird. Zum Beispiel bevorzugen viele Benutzer die  
Verwendung eines Drehsteuerknopfes zum Einstellen der  
Lautstärke der Akustikausgabe von einem Stereogerät oder  
anderen Tonausgabegeräten, da mit dem Bedienknopf sowohl eine  
feine als auch grobe Lautstärkeregelung relativ mühelos möglich  
ist, ganz besonders im Vergleich zu Tastensteuerungen. Sowohl  
Drehknöpfe als auch lineare Bedienknöpfe (Schieberegler) werden  
bei einer Vielfalt von anderen Gerätetypen verwendet, z. B. bei  
Küchen- und anderen Wohnungsgerätschaften, Bildausgabe-/  
Abspielgeräten, Fernsteuerungen, Fernsehapparaten,  
Computerschnittstellen-Steuerungseinrichtungen etc.. Es gibt  
auch viele Arten von Bedienknöpfen, zu deren Funktionsvielfalt  
das Hineindrücken oder Herausziehen gehört, um dem Benutzer  
eine zusätzliche Kontrolle über ein Gerät zu ermöglichen.

Einige Steuerknöpfe sind mit einer Krafterückkopplung  
(kinästhetisches Feedback) oder einer taktilen Rückkopplung  
ausgestattet, auf die hierin kollektiv als "haptisches  
Feedback" Bezug genommen wird. Haptische  
Rückkopplungsvorrichtungen können dem Benutzer, der den  
Bedienknopf betätigt, körperliche Empfindungen liefern.  
Typischerweise ist ein Motor an den Bedienknopf angeschlossen  
und mit einer Steuerungseinheit, wie z. B. einem

Mikroprozessor, verbunden. Der Mikroprozessor empfängt Positions- und Richtungssignale des Bedienknopfes vom Bedienknopfsensor und sendet entsprechende Force-Feedback-Steuersignale an den Motor, so daß der Motor Kräfte auf dem Bedienknopf bereitstellt. Auf diese Weise kann eine Vielfalt von programmierbaren Gefühlsempfindungen auf dem Bedienknopf ausgegeben werden, z. B. Anschläge, Federkräfte oder dergleichen.

Ein Problem, das bei Steuerknöpfen des Standes der Technik auftritt, besteht darin, daß die Bedienknöpfe auf eine grundsätzliche Drehbewegung und/oder Druck-Zug-Bewegung beschränkt sind. Dies beschränkt die Steueroptionen des Benutzers auf eine einfache Vorrichtung, die eine Vielfalt von Wahl Optionen nicht erlaubt. Die meisten mechanischen Bedienknöpfe weisen ein sehr begrenztes Gefühlsempfinden auf, d. h. sie sind nicht dazu geeignet, sich abhängig vom Schnittstellenkontext unterschiedlich anzufühlen. Wenn auf dem Bedienknopf eine Kraftrückkopplung bereitgestellt ist, schränkt zudem die begrenzte Steuerfunktionalität des Bedienknopfes den Benutzer in der umfassenden Ausnutzung der Kraftrückkopplung ein, um mehr Kontrolle über gewünschte Funktionen bereitzustellen. Des weiteren sind viele der bekannten Force-Feedback-Empfindungen unzulänglich bei der Verbindung mit einigen der von einem Bedienknopf verlangten Wahlfunktionen, wo oft eine komplexe Steuerung über Funktionen und Optionen mit einer begrenzten Bedienknopfbewegung bereitgestellt sein muß.

#### Wesen der Erfindung

Die vorliegende Erfindung stellt eine Bedienknopf-Steuerschnittstelle bereit, die es einem Benutzer ermöglicht, Funktionen eines Geräts auf viele verschiedene Arten zu steuern. Ausführungsbeispiele der Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung schließen Mechanismen ein, die zusätzliche Freiheitsgrade für den Bedienknopf ermöglichen.

19.10.00

-3-

Insbesondere schließt in einem Ausführungsbeispiel eine Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung einen Bedienknopf ein, der in einem Rotationsfreiheitsgrad um eine Achse drehbar ist, die sich durch den Bedienknopf hindurch erstreckt. Der Bedienknopf ist auch in einer Querebene beweglich, die annähernd lotrecht zu der Achse ist. Ein Mechanismus stellt der Bewegung des Bedienknopfes in der Querebene eine bestimmte Seitenrichtung zur Verfügung. Der Mechanismus kann ein Durchlaßelement und ein Tauchkolbenelement einschließen. Das Tauchkolbenelement greift an einer Seite des Durchlaßelementes an, um die bestimmte Seitenrichtung zur Verfügung zu stellen. Der Mechanismus kann auch zwei Schieberelemente einschließen, die so eingesetzt sind, daß sie quer zueinander gleiten und die Bewegung in der Querebene ermöglichen. Ein Drehsensor erfaßt eine Position des Bedienknopfes in dem Rotationsfreiheitsgrad, und ein Seitenmeßfühler erfaßt eine Position des Bedienknopfes in der bestimmten Seitenrichtung. Das Durchlaßelement schließt vorzugsweise eine Vielzahl von Spurnuten ein, wobei jede der Spurnuten einer der vorbestimmten Seitenrichtungen entspricht, wobei das Tauchkolbenelement in eine der Spurnuten eingreift. In einigen Ausführungsbeispielen sind das Durchlaß- und das Tauchkolbenelement versetzt von der durch den Bedienknopf hindurch verlaufenden Achse angeordnet, und es können zweite Durchlaß- und Tauchkolbenelemente auf einer anderen Seite der Achse angeordnet sein und für zusätzliche Stabilität sorgen. In bevorzugten Ausführungsbeispielen ist ein Aktuator an den Bedienknopf gekoppelt und gibt eine Kraft im Rotationsfreiheitsgrad um die Achse aus.

Ein anderes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung stellt einen neuartigen Aktuator oder eine Vorrichtung bereit, die einen solchen einschließt. Ein Gerät schließt eine Benutzer-Handhabungsvorrichtung ein, wie z. B. ein Bedienknopf, der in einem Rotationsfreiheitsgrad um eine Drehachse drehbar und entlang der Drehachse linear beweglich ist. Ein an das Handhabungsgerät gekoppelter Aktuator gibt eine Kraft im

Rotationsfreiheitsgrad um die Achse aus, wobei der Aktuator eine Welle einschließt, die koaxial mit der Drehachse ist. Die Welle des Aktuators kann linear entlang der Drehachse bewegt werden, um die lineare Bewegung des Handhabungsgeräts aufzunehmen. Ein Drehsensor erfaßt eine Drehstellung des Handhabungsgeräts, und ein Meßfühler erfaßt die lineare Bewegung des Handhabungsgeräts entlang der Drehachse. Die Welle des Aktuators kann starr an einen Rotor des Aktuators gekuppelt sein, so daß der Rotor und die Welle sich zugleich linear entlang der Drehachse bewegen können, wo ein Stator des Aktuators fest angebracht ist. Magnete des Stators können bis zu einer Länge ausgedehnt sein, die größer ist als die Länge eines Ankers des Rotors, und Kollektorstangen des Aktuators können ebenfalls länger ausgebildet sein, um die Translation der Welle aufzunehmen.

In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung schließt eine Steuervorrichtung ein Handhabungsgerät, wie z. B. einen Bedienknopf, für körperlichen Kontakt und Betätigung durch einen Benutzer ein, wobei das Handhabungsgerät um eine Drehachse gedreht und entlang der Drehachse parallel verschoben werden kann. Ein Meßfühler erfaßt die Rotation des Handhabungsgeräts und einer Getriebeanordnung mit zwei ineinandergreifenden Zahnrädern. Die Zahnräder übertragen die Drehbewegung von dem Bedienknopf zum Meßfühler, und die ineinandergreifenden Zahnräder übersetzen gegenseitig, wenn der Bedienknopf parallel verschoben wird. In der Vorrichtung kann ein Aktuator enthalten sein, um eine Rotationskraft auf den Bedienknopf auszugeben.

Die vorliegende Erfindung stellt eine Steuerschnittstellen-Vorrichtung bereit, die eine größere Steuerfunktionsvielfalt für den Benutzer bereitstellt. Die linearen und quer verlaufenden Freiheitsgrade des Bedienknopfes ermöglichen dem Benutzer eine wesentlich mühelosere Wahl von Funktionen, Einstellungen, Betriebsarten oder Optionen, ohne die Hand von einem Handhabungsgerät, wie z. B. einem Bedienknopf, nehmen zu

müssen. Das Handhabungsgerät kann zusätzlich auch Force Feedback aufweisen, um dem Benutzer eine bessere Steuerung zur Verfügung zu stellen und den Benutzer über den Tastsinn über Optionen und Auswahlen zu informieren. Die Neuerungen bezüglich Aktuator und Übertragung ermöglichen eine Bewegung des Handhabungsgeräts in den zusätzlichen Freiheitsgraden und sorgen für wenig Spiel und Reibung, wodurch die Force-Feedback-Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung verbessert werden.

Diese und andere Vorteile der vorliegenden Erfindung werden Fachleuten auf diesem Gebiet beim Durchlesen der folgenden Beschreibung der Erfindung und beim Studium der einzelnen Figuren der Zeichnung klar werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Fig. 1 ist eine Perspektivansicht eines Ausführungsbeispiels eines Geräts, das einen Steuerknopf der vorliegenden Erfindung einschließt;
- Fig. 2 ist eine Perspektivansicht eines Ausführungsbeispiels eines Mechanismus zur Realisierung der Steuerknopfvorrichtung der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3a ist eine Perspektivansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Mechanismus zur Realisierung der Steuerknopfvorrichtung der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3b ist eine Perspektivansicht eines Durchlaß- und Tauchkolbenmechanismus, der in den erfinderischen Ausführungsbeispielen des Steuerknopfes verwendet werden kann;
- Fig. 3c ist eine Perspektivansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines Mechanismus zur Realisierung der Steuerknopfvorrichtung der vorliegenden Erfindung;

- Fig. 4a und 4b sind Perspektivansichten der Steuerknopfvorrichtungen in einem Gehäuse;
- Fig. 5 ist eine Seiten-Querschnittansicht eines Motors des Standes der Technik mit seinen Innenteilen;
- Fig. 6 ist eine Seiten-Querschnittansicht eines Motors der vorliegenden Erfindung, wobei eine Axialverschiebung der Welle des Motors ermöglicht ist;
- Fig. 7 ist eine Seiten-Querschnittansicht des Motors gemäß Fig. 6 und eines Bedienknopfes und Schalters zur Erfassung der Axialbewegung des Bedienknopfes;
- Fig. 8 ist eine Perspektivansicht einer Bedienknopf-Steuervorrichtung, die eine Zahnradübertragung bereitstellt, die dem Bedienknopf eine axial fortschreitende Bewegung ermöglicht; und
- Fig. 9 ist ein Blockdiagramm eines Steuersystems für die Steuervorrichtung der vorliegenden Erfindung.

#### Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

Fig. 1 ist eine Perspektivansicht eines Beispiels eines Bedienungsfeldes 12 für ein elektronisches Gerät, wobei das Bedienungsfeld einen Steuerknopf der vorliegenden Erfindung aufweist. Der Steuerknopf wird von dem Benutzer betätigt, um verschiedene Funktionen des Geräts zu steuern. In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ist das Gerät eine Steuerungseinheit für verschiedene Kraftfahrzeugsysteme, z. B. eine Steuerungseinheit, die Akustikausgabefunktionen von Lautsprechern steuert, die an das Gerät angeschlossen sind, Umgebungsfunktionen für das Kraftfahrzeug (Klimatisierung, Wärme, etc.), mechanische Funktionen zur Einstellung und Bewegung von Kraftfahrzeugteilen (Spiegel, Sitze, Schiebedach etc.), optische Funktionen, die innerhalb des Kraftfahrzeugs verwendet werden können (Landkartenanzeige, Fahrzeugzustandsanzeige, Menü- oder Listenauswahl, Web-Page-Anzeige und -Navigation etc.) und andere Funktionen wie z. B.

ein Sicherheits- oder Alarmsystem für das Kraftfahrzeug. Zum Beispiel ist eine allgemeine Funktion des Geräts das Tonabspielen von einem oder mehr Medien oder Signalen wie Tonbandcassetten, digitale Tonübertragungs-(DAT)-Bänder, Kompaktbildplatten (CDs) oder andere Bildplatten, oder Funk- oder andere Signale, die von einem Rundfunksender oder einer drahtlosen Netzverbindung über die Atmosphäre übertragen werden. Das Gerät kann die Möglichkeit einschließen, Informationen von solchen anderen Systemen in einem Fahrzeug anzuzeigen und/oder diese zu beeinflussen.

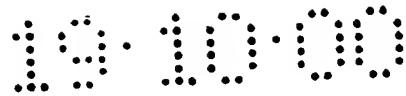
Alternativ kann das gesteuerte Gerät aus einer Vielfalt von anderen Elektronik- oder Rechnergeräten bestehen. Zum Beispiel kann das Gerät ein Heimgerät wie ein Fernsehapparat, ein Mikrowellenherd oder andere Küchengeräte sein, eine Waschmaschine oder ein Trockner, eine Heim-Stereokomponente oder -system, ein Heim-Computer, ein persönlicher digitaler Assistent, ein Netztelefon, ein Aufsetzkasten für ein Fernsehgerät, eine Videospielkonsole, eine Fernsteuerung für ein beliebiges Gerät, eine Steuerungseinheit oder Schnittstellenvorrichtung für einen Personalcomputer oder Konsolenspiele, ein Heimautomatisierungssystem (zur Steuerung solcher Vorrichtungen wie Beleuchtung, Garagentore, Schließvorrichtungen, Apparaturen etc.), ein Telefon, Fotokopierer, eine Steuervorrichtung für ferngesteuerte Geräte wie z. B. Modellfahrzeuge, Spielzeuge, ein Video- oder Filmausgabe- oder -abspielsystem etc.. Das Gerät kann körperlich mit dem Bedienungsfeld (Panel) 12 verbunden sein, oder das Panel 12 kann von dem Gerät körperlich entfernt sein und mit dem Gerät unter Verwendung von Signalen kommunizieren, die über Leitungsdrähte, Kabel, drahtlose Sender/Empfänger etc. übertragen werden. Das Gerät kann in einer Umgebung wie z. B. einem Fahrzeug, zu Hause, im Büro, im Labor, in einer Passage, im Krankenhaus oder einer anderen Szenerie verwendet werden.

Das Bedienungsfeld 12 ist für den Benutzer zugänglich, um die Funktionen des gesteuerten Geräts zu betätigen. Das Panel 12



kann z. B. auf der Innenseite eines Fahrzeugs befestigt sein, beispielsweise auf oder unter dem Armaturenbrett, auf der Mittelkonsole des Kraftfahrzeugs oder auf irgendeiner anderen geeigneten Fläche. Alternativ kann das Panel 12 die Oberfläche des Außengehäuses des gesteuerten Geräts selbst bilden, wie z. B. bei einer Stereoanlage.

Eine Anzeige 14 kann an das gesteuerte Gerät und/oder Panel 12 gekoppelt sein, um dem Benutzer Informationen hinsichtlich des gesteuerten Geräts oder Systems und/oder anderer an das Gerät angeschlossener Systeme zu zeigen. Zum Beispiel können Optionen oder Betriebsarten 20 angezeigt werden, um anzugeben, welche Funktion(en) des Geräts momentan gewählt sind und durch Betätigung des Bedienknopfes eingestellt werden. Solche Optionen können u. a. "Ton", "Landkarte", "Internet", "Telefon", Leistung etc. sein, und die Wahl einer Betriebsart kann zu einem Menü von Unterbetriebsarten führen. Andere Informationen 22 wie z. B. die momentane Tonlautstärke, Tonbalance, Funkfrequenz eines Radioabstimmers (Tuners) etc. können auch angezeigt werden. Des weiteren können auch mit einer zusätzlichen Funktionsvielfalt des Gerätes verbundene beliebige Informationen angezeigt werden, beispielsweise eine Liste 24 mit Elementen, aus denen der Benutzer durch Betätigen des Bedienungsfeldes 12 auswählen kann. In einigen Ausführungsbeispielen kann eine Landkarte oder ähnliche graphische Anzeige auf der Anzeige 14 gezeigt sein, um dem Benutzer die Navigation des Fahrzeugs zu ermöglichen. In anderen Ausführungsbeispielen kann die Anzeige 14 ein separater Monitor sein, der eine graphische Benutzeroberfläche oder andere graphische Umgebung anzeigt, wie sie durch einen Host-Computer gesteuert wird. Die Anzeige 14 kann jede geeignete Anzeigevorrichtung sein, beispielsweise eine LED-Anzeige, eine LCD-Anzeige, ein Plasmabildschirm, eine Kathodenstrahlröhre oder andere Vorrichtung. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Anzeige 14 eine berührungsempfindliche Fläche aufweisen, um es einem Benutzer zu ermöglichen, angezeigte Bilder direkt auf



der Oberfläche der Anzeige 14 zu "berühren", um diese Bilder und eine zugeordnete Einstellung oder Funktion auszuwählen.

Der Steuerknopf 26 gestattet dem Benutzer eine direkte Handhabung der Funktionen und Einstellungen des Geräts. In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der Bedienknopf 26 annähernd ein zylindrischer Gegenstand, den der Benutzer greifen kann. Alternativ kann der Bedienknopf 26 in Form von vielerlei verschiedenen Gegenständen realisiert sein, darunter konische Formen, Kugelformen, Wählscheiben, Würfelformen, Stangen etc., die viele verschiedenartige Strukturen auf ihren Oberflächen aufweisen können, u. a. Höcker, Linien oder andere Griffstücke oder Vorsprünge oder Elemente, die sich von der Umfangsfläche weg erstrecken. Zudem können beliebig verschiedene unterschiedlich große Bedienknöpfe vorgesehen sein; falls beispielsweise hochgradige Kräfte auf den Bedienknopf ausgegeben werden, ist ein zylindrischer Bedienknopf mit größerem Durchmesser für einen Benutzer oft leichter mit dem Gerät zu verbinden. In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel dreht sich der Bedienknopf 26 in einem einzigen Rotationsfreiheitsgrad um eine aus dem Bedienknopf heraus verlaufende Achse, beispielsweise die Achse A, wie durch den Pfeil 28 gezeigt. Der Benutzer greift oder berührt vorzugsweise die Umfangsfläche 30 des Bedienknopfes 26 und dreht ihn um einen bestimmten Betrag. In einigen Ausführungsbeispielen kann in diesem Rotationsfreiheitsgrad eine Kraftrückkopplung vorgesehen sein, wie nachstehend in größerer Einzelheit beschrieben. In wechselnden Ausführungsbeispielen können Mehrfach-Bedienknöpfe 26 auf dem Panel 12 vorgesehen sein, wobei jeder Bedienknopf eine unterschiedliche oder ähnliche Steuerfunktion bereitstellt.

Des weiteren ermöglicht der Steuerknopf 26 der vorliegenden Erfindung dem Benutzer zusätzliche Steuerfunktionsvielfalt. Der Bedienknopf 26 kann von dem Benutzer vorzugsweise in eine oder mehr Richtungen in einer Ebene bewegt werden, die annähernd lotrecht (orthogonal) zur Drehachse A ist ("quer verlaufende"

19:10:00

- 10 -

oder "seitliche" Bewegung). Diese Seitenbewegung ist durch Pfeile 32 angedeutet. Beispielsweise kann der Bedienknopf 26 in den gezeigten vier orthogonalen und vier diagonalen Richtungen bewegt werden oder kann in anderen Ausführungsbeispielen in weniger oder mehr Richtungen beweglich sein, z. B. nur zwei der gezeigten Richtungen etc.. In einem Ausführungsbeispiel ist jede Seitenrichtung des Bedienknopfes federbeaufschlagt, so daß sich der Bedienknopf nach der Bewegung in eine Richtung 32 in seine zentrierte Ruhestellung zurückbewegt, sobald der Benutzer nachläßt oder aufhört, genügend Kraft auf den Bedienknopf auszuüben. In anderen Ausführungsbeispielen kann der Bedienknopf ohne eine derartige Federvorspannung vorgesehen sein, so daß der Bedienknopf 26 in jeder Position bleibt, in die er bewegt wird, bis der Benutzer ihn aktiv in eine neue Stellung bewegt.

Diese Seitenbewegung des Bedienknopfes 26 kann dem Benutzer die Wahl zusätzlicher Einstellungen oder Funktionen des gesteuerten Geräts ermöglichen. In einigen Ausführungsbeispielen ermöglichen die zusätzlich vom Bedienknopf 26 bereitgestellten Steueroptionen eine Reduzierung anderer Tasten und anderer Steuerungen, da die Funktionen, die diesen Tasten normalerweise zugeordnet sind, dem Bedienknopf 26 zugeordnet sein können. Beispielsweise kann der Benutzer eine Schreibmarke (Cursor) 34 oder einen anderen optischen Zeiger auf der Anzeige 14 (z. B. Zeiger, Auswahlkästchen, Pfeil oder Markieren von ausgewähltem Text/Bild) zu einer gewünschten Auswahl auf der Anzeige bewegen.

Neben einem derartigen Schreibmarken-Setzmodus kann die Seitenbewegung des Bedienknopfes 26 Einstellwerte oder -größen auch direkt steuern. Zum Beispiel kann die Bewegung des Bedienknopfes 26 nach links einen Funkstation-Frequenzwert herabsetzen oder den Lautstärkepegel einstellen, wobei der Wert in einem vorbestimmten Verhältnis heruntergeht, wenn der Benutzer den Bedienknopf 26 ohne Unterbrechung in der linken Richtung hält. Auf ähnliche Weise kann die Bewegung des

19.10.00

- 11 -

Bedienknopfes 26 nach rechts einen Wert heraufsetzen. In einem anderen Beispiel kann ein Untermenü angezeigt werden, sobald eine der Informationseinstellungen gewählt ist, und die Richtungen 32 des Bedienknopfes 26 können die Lufttemperatur, einen Zeitschalter, einen Cursor auf einer angezeigten Landkarte etc. einstellen.

In einer anderen Implementierung entspricht jede der acht Richtungen einer Untermenükategorie, und jede Seitenrichtung wird nur zur Menüneuwahl verwendet, während eine Drehung des Bedienknopfes zur Auswahl von Optionen in dem gewählten Menü verwendet wird. Zum Beispiel können im Zusammenhang mit Kraftfahrzeugen Kategorien wie "Ton", "Landkarte", "Temperatur" und "Netztelefon" vorgesehen und den Seitenrichtungen zugeordnet sein. Sobald der Bedienknopf in eine der Seitenrichtungen bewegt wird, wird die Untermenükategorie ausgewählt, und der Bedienknopf kann beispielsweise zur Bewegung eines Cursors durch eine Liste, Auswahl einer Funktion und Einstellung eines Wertes etc. gedreht werden. Auch andere Steuerschemata können verwendet werden. In einem Ausführungsbeispiel kann sich der Bedienknopf um eine geringe Distanz seitlich aus der Mittelstellung heraus in jede der acht Richtungen bewegen. In anderen Ausführungsbeispielen können andere Hubabstände implementiert sein.

Es können auch unterschiedliche Betriebsarten implementiert sein; beispielsweise ermöglicht der Standardmodus dem Benutzer die Steuerung der Schreibmarke 34 unter Verwendung der Richtungen 32 des Bedienknopfes. Sobald sich der Cursor an einer gewünschten Einstellung befindet, wie z. B. der Lautstärkeneinstellung, kann der Benutzer die Betriebsart umschalten, damit die Richtungen 32 die Einstellung selbst steuern können, wie z. B. die Einstellung des Wertes. Zur Betriebsartumschaltung kann jede geeignete Steuerung verwendet werden. Zum Beispiel kann der Benutzer den Bedienknopf 26 drücken, um die Betriebsart zu wählen (nachstehend beschrieben). In anderen Ausführungsbeispielen kann der

Benutzer eine separate Taste drücken, um eine Betriebsart fest einzustellen, oder es können einige oder alle Richtungen 32 zur Auswahl von Betriebsarten verwendet werden. Beispielsweise könnte die Abwärtsrichtung in den "Lautstärke"-Modus umschalten, damit der Benutzer den Bedienknopf zum Einstellen der Lautstärke drehen kann; die Aufwärtsrichtung kann in den Modus "Radiofrequenzeinstellung" umschalten, und die Linksrichtung kann in den "Balance"-Modus (zum Einstellen des Lautsprecher-Stereoabgleichs bei der Akustikausgabe mittels Drehung des Bedienknopfes 26) umschalten.

Zudem ist der Steuerknopf 26 vorzugsweise so ausgelegt, daß er in einem Freiheitsgrad entlang der Achse A (oder annähernd parallel zur Achse A) gedrückt (und/oder gezogen) werden kann, und diese Bewegung wird von einem Axialschalter oder -sensor abgefühlt. Dies versorgt den Benutzer mit zusätzlichen Möglichkeiten, Funktionen oder Einstellungen zu wählen, ohne den Griff vom Bedienknopf lösen zu müssen. Zum Beispiel kann der Benutzer in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Schreibmarke 34 oder einen anderen Zeiger unter Verwendung der Querrichtungen 32 oder der Drehung des Bedienknopfes 26 auf der Anzeige 14 bewegen; wenn der Cursor zu einer gewünschten Einstellung oder Fläche auf der Anzeige bewegt worden ist, kann der Benutzer den Bedienknopf 26 drücken, um die gewünschte Einstellung auszuwählen, fast so, wie eine Maustaste ein Bildsymbol in einer graphischen Benutzeroberfläche eines Computers auswählt. Oder die Druck- oder Zugfunktion kann zur Steuerung der oben erörterten Betriebsarten nützlich sein, da der Benutzer einfach den Bedienknopf drücken und den Bedienknopf drehen oder bewegen kann, während er in der gedrückten Betriebsart ist, dann den Bedienknopf loslassen oder zurückbewegen kann, um die andere Betriebsart zu wählen. Die oben erörterten Betriebsarten können auch durch Drücken oder Ziehen des Bedienknopfes 26 fest eingestellt werden. Die Druck- und/oder Zugfunktion des Bedienknopfes 26 kann mit einer Federrückholspannung versehen sein, so daß der Bedienknopf in seine Ruhestellung zurückkehrt, wenn der Benutzer den

Bedienknopf losläßt. Alternativ kann der Bedienknopf so ausgeführt sein, daß er in einer gedrückten oder gezogenen Stellung bleibt, bis der Benutzer den Bedienknopf aktiv in eine neue Stellung bewegt.

Der Bedienknopf 26 ist vorzugsweise zumindest im Rotationsfreiheitsgrad des Bedienknopfes mit Force Feedback (Kraftrückkopplung) ausgestattet. Ein Ziel der hierin beschriebenen taktilen Bedienknopf-Schnittstelle ist es, dem Benutzer eine intuitive Steuerung mehrerer Schnittstellen-Betriebsarten mit einem einzigen haptischen Bedienknopf zu ermöglichen. Das heißt, durch Einstellen des Gefühlseindrucks des Bedienknopfes derart, daß er deutlich dem Kontext der Benutzeroberfläche entspricht, können Benutzer leichter durch komplexe Menüs und Betriebsarten steuern. Beispielsweise können manche Schnittstellen-Betriebsarten den taktilen Gefühlseindruck von Anschlägen aufweisen, während andere Betriebsarten den federzentrierten Gefühlseindruck eines Vibrationskörpers aufweisen können. Durch Bereitstellen vertrauter haptischer Metaphern gewährt dieses variable Feedback ein reineres, reicheres Benutzererlebnis. Der verwendete Aktuator ist vorzugsweise so ausgelegt, daß er ein maximales Drehmoment bereitstellt und gleichzeitig die Spannung und Strombeschränkungen der Leistungselektronik und Verstärker berücksichtigt, die den Aktuator antreiben.

Es können auch zusätzliche Steuertasten (nicht gezeigt) oder andere Steuervorrichtungen auf dem Panel 12 vorgesehen sein, um dem Benutzer die Auswahl unterschiedlicher Funktionen oder Einstellungen des Geräts zu ermöglichen, darunter Wählscheiben, Bedienknöpfe, lineare Schiebeknöpfe, Kappenschalter etc.. Diese zusätzlichen Steuerungen können auch in Verbindung mit dem Steuerknopf 26 verwendet werden, um zusätzliche Wahl- und Einstellungsfunktionen bereitzustellen.

Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung stellt eine der hierin beschriebenen Implementierungen des haptischen

Bedienknopfes in Verbindung mit Spracherkennung und Befehlsfunktion bereit. Software/Firmware zur Spracherkennung/ Interpretation kann auf einem oder mehr Prozessoren der Vorrichtung oder Schnittstelle laufen, wie Fachleuten auf diesem Gebiet gut bekannt ist. Einige Funktionsarten können sehr gut zur Steuerung mit einer Kombination aus Stimme und haptisch verbesserter Berührung angepaßt werden. Zum Beispiel können Betriebsarten wie Tonmodus, Temperatursteuerungsmodus etc. mit der Stimme gewählt werden. Dann kann der Benutzer jedoch den haptischen Bedienknopf benutzen, um einen Wert einer Funktion wie Radiolautstärke, Temperatureinstellung etc. einzustellen. Dieses Ausführungsbeispiel erkennt an, daß manche Wahlmöglichkeiten oder Einstellungen leichter mit der Stimme vorzunehmen sind, während andere typischerweise leichter unter Verwendung einer manuellen Steuerung vorzunehmen sind. Zudem kann ein solches Ausführungsbeispiel die Kontrolle über ein Gerät optimieren, während die Aufmerksamkeit eines Benutzers von anderen Aufgaben, z. B. dem Fahren, nur sehr wenig abgelenkt wird.

Der für den Bedienknopf verwendete Meßfühler hat zwei Hauptbestimmungen: Positions- und Richtungsinformationen (und in einigen Ausführungsbeispielen Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsinformationen) an einen örtlichen oder Host-Prozessor bereitzustellen, um realistische haptische Effekte zu erzeugen (für solche Effekte, die auf der Position beruhen); und Bedienknopf-Positionsinformationen für Auswahlen und Betätigung in der hostimplementierten Umgebung an den Host-Computer oder Prozessor zu übertragen. Die haptischen Effekte funktionieren am besten, wenn ein hochauflösender Meßfühler verwendet wird, mit z. B. zumindest 1000 Zählungen pro ganzer Umdrehung. Da der Bedienknopf vorzugsweise ein Endlosdrehinstrument mit unendlichem Drehbereich ist, ist eher eine Codiereinrichtung als ein Endlosdrehpotentiometer ein geeigneter Meßfühler, weil die Codiereinrichtung beim Übergang zwischen Maximum- und Minimumwerten exakt ist und weniger Fehler macht. Natürlich können in anderen Ausführungsbeispielen

19.10.00

- 15 -

andere Meßfühlertypen verwendet werden, u. a. Magnetsensoren, analoge Potentiometer etc.. In einigen Ausführungsbeispielen kann eine Übertragung mit hoher Verstärkung benutzt werden, um eine größere Auflösung bereitzustellen, z. B. ein Riementrieb, Capstan-Antrieb etc., wie unten mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben.

Unter Verwendung der hierin beschriebenen Bedienknopfmechanismen können viele unterschiedliche Arten von Krafteffekten und Empfindungen an den Benutzer ausgegeben werden, z. B. Federkräfte, Dämpfungskräfte, Schwellenkräfte, Vibrationen, Anschläge, Anziehungskräfte etc.. Einige fundamentale Kraftermpfindungen sind im US-Patent 5,734,373 beschrieben.

#### Implementierungen des Bedienknopfmechanismus

Nachstehend werden einige Ausführungsbeispiele des Bedienknopfmechanismus beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, daß die nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele nicht die einzige Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind. Beispielsweise können manche Ausführungsbeispiele nur die Querbewegung des Bedienknopfes 26 einschließen und nicht die Druck- und/oder Zugfunktion oder die Force-Feedback-Funktionsvielfalt. Wieder andere Ausführungsbeispiele können nur die Kraftrückkopplung bei Querbewegung des Bedienknopfes oder eine Kraftrückkopplung mit Druck- und/oder Zugfunktionen einschließen.

Fig. 2 ist eine auseinandergezogene Perspektivansicht eines ersten Ausführungsbeispiels 50 des Mechanismus des Steuerknopfes 26 der vorliegenden Erfindung, der auch haptisches Feedback an den Benutzer liefern kann. Das Ausführungsbeispiel 50 verwendet eine Riemenübertragung für ein verbessertes Drehmoment, z. B. kann in einem realisierten Ausführungsbeispiel eine synchrone 4:1-Riemenübertragung erreicht werden. Dies wirkt sich günstig auf die Erzeugung von Effekten mit steifen Endanschlageffekten aus.



Der Steuerknopf 26 bewegt eine vertikale Welle oder Achse 53, die sich durch eine Schaltplatte 52, ein oberes Gehäuse 54, einen oberen Schiebering 56, eine obere Kupplung 58 und eine mittlere Kupplung 60 erstreckt. Eine parallele Versetzungskupplung, bestehend aus der oberen Kupplung 58, der mittleren Kupplung 60 und einer unteren Kupplung 62 ermöglicht es einem Aktuator und einem fest angebrachten Teil des Bedienknopfmechanismus, ortsfest zu bleiben, während der Bedienknopf 26 seitlich bewegt werden kann. Die vertikale Welle 53 ist an einem Ende an der Schaltplatte 52 und am anderen Ende an der oberen Kupplung 58 starr befestigt, und die Welle wirkt als Führung für die lineare Axialbewegung des Bedienknopfes. Ausschnitte in dem Bedienknopf 26 sind auf Zapfen abgestimmt, die sich von der Schaltplatte 52 weg erstrecken, was dem Bedienknopf die Bereitstellung eines Drehmoments auf der Platte 52 erlaubt, aber dem Bedienknopf gestattet, sich hinsichtlich der Platte 52 axial zu bewegen. Die mittlere Kupplung 60 weist Nuten 61 auf, die mit Keilen 63 der oberen Kupplung 58 in Eingriff gehen und die Bewegung des Bedienknopfes in einem Seitenfreiheitsgrad (zwei Richtungen) ermöglichen. Auf ähnliche Weise weist die mittlere Kupplung 60 zwei um  $90^\circ$  von den ersten Nuten beabstandete andere Nuten 65 auf, die mit Keilen 67 in Eingriff gehen, die auf der unteren Kupplung 62 vorgesehen sind und dem Bedienknopf eine Bewegung in dem anderen Seitenfreiheitsgrad ermöglichen. Die durch den Bedienknopf 26 bereitgestellten Seitenfreiheitsgrade sind "echte" Seitenfreiheitsgrade, d. h. der Bedienknopf gleitet linear quer und nähert sich der Seitenbewegung nicht durch kreisendes Einschwenken des Bedienknopfes an. Eine solche echte Seitenbewegung fühlt sich eher besser an, wenn ein im Verhältnis längerer Hubabstand in den Seitenrichtungen vorgesehen ist.

Am Ende der vertikalen Welle, die sich von dem Bedienknopf 26 weg nach unten erstreckt, ist ein abgerundeter Abschnitt oder Tauchkolben (nicht gezeigt) vorgesehen und greift in einen Durchlaß 64 ein, der mittig auf der Drehachse angeordnet ist

und eine Reihe von Spurnuten aufweist, die den Bedienknopf, ähnlich wie der weiter unten mit Bezug auf Fig. 3b beschriebene Durchlaß und Tauchkolben, in die gewünschten acht Seitenrichtungen zwingen. In anderen Ausführungsbeispielen kann der Durchlaß weniger oder eine größere Anzahl von Spurnuten für eine andere Anzahl zulässiger Querrichtungen des Bedienknopfes aufweisen. Die Bauteile 26, 52, 56, 58, 60 und 62 sind an zumindest ein anderes dieser Teile entweder angekuppelt oder damit in Eingriff, so daß bei Drehen irgendeines dieser Teile (z. B. Bedienknopf 26) alle diese Bauteile unisono gedreht werden. Vorzugsweise sind auch Meßfühler (nicht gezeigt) enthalten, um die Bewegung des Bedienknopfes in den Seitenrichtungen zu erfassen. Derartige Seitenmeßfühler können beliebige Standardmeßfühler sein, die zur Bewegungserfassung verwendet werden, wie z. B. optische Meßfühler, Hall-Effekt-Sensoren, Kontaktschalter, Steuerknüppel-Steuerungsschalter etc.. Zum Beispiel können die Seitenmeßfühler Kontaktschalter sein, die dicht am Umfang des oberen Schieberings 56 um 90° beabstandet angeordnet sind; wenn der Schiebering 56 mit dem Bedienknopf seitlich bewegt wird, werden ein oder zwei der Kontaktschalter in der Bahn des Bedienknopfes geschlossen.

Eine Antriebsriemenscheibe 66 ist durch einen Riemen 68 mit der unteren Kupplung 62 verbunden, und die Antriebsriemenscheibe ist an eine Antriebswelle eines fest angebrachten Aktuators 70 gekoppelt, z. B. eines Gleichstrommotors, eines Aktuators mit beweglichem Magnet, einer Schwingspule, einer passiven Bremse oder eines anderen Aktuatortyps. Der Aktuator 70 treibt demnach die Antriebsriemenscheibe 66 rotierend an (oder bewirkt den Rotationswiderstand, falls der Aktuator 70 eine Bremse ist), die die untere Kupplung 62 und den Bedienknopf 26 dreht.

Eine Codiereinrichtungsscheibe 72 kann an die Antriebsriemenscheibe 66 gekoppelt sein und dreht sich im Gleichgang mit der Antriebsriemenscheibe 66. Die Codiereinrichtungsscheibe 72 weist einen Rand auf, der innerhalb eines optischen Codiereinrichtungssensors 74 gedreht wird, um eine Bestimmung der Bedienknopf-Drehstellung durch

einen Mikroprozessor oder eine andere Steuerungseinheit dadurch zu ermöglichen, daß das Vorbeilaufen von Markierungen oder Nuten auf dem Scheibenrad abgefühlt wird. Zwischen dem Aktuator 70 und der Antriebsriemenscheibe 66 kann ein unteres Gehäuse 76 angeordnet sein, wobei das untere Gehäuse 76 am oberen Gehäuse 54 anschließt, um ein Gehäuse um die meisten der anderen Teile zu bilden.

Der Bedienknopf 26 ist geeignet, hinsichtlich der Schaltplatte 52 linear-axial bewegt zu werden, z. B. kann der Bedienknopf mit der Schaltplatte mit Zapfen in Eingriff gehen, wie gezeigt. Auf der Schaltplatte 52 kann ein Kontaktschalter (nicht gezeigt) vorgesehen sein, um zu erfassen, wenn der Bedienknopf 26 gegen die Platte 52 geschoben wird. Die zugehörige Feder in dem mechanischen Schalter kann eine Federrückstellkraft auf dem Bedienknopf bereitstellen, um ihn in der "Hoch"-Stellung zu halten, wenn keine Kraft vom Benutzer bereitgestellt wird. Auch andere Meßfühlertypen und/oder zusätzliche Federn können verwendet werden.

Ein Vorteil des Mechanismus 50 ist die Anordnung der Codiereinrichtung 72 und 74 bezüglich des Bedienknopfes 26. Die Riementriebübertragung verstärkt die Drehung des Bedienknopfes und bringt eine Erhöhung der Auflösung der Codiereinrichtung ein, beispielsweise liefert eine Umdrehung des Bedienknopfes 26 vielfache Umdrehungen des Codiereinrichtung-Scheibenrads 72. In anderen Ausführungsbeispielen können andere Übertragungsarten zum Verstärken von Auflösung und Kraftausgabe verwendet werden; es können z. B. Capstan-Seilzugantriebe, Getriebe, Reibräder und O-Ring- oder Taktriementriebe verwendet werden.

Andere Vorteile des Ausführungsbeispiels 50 sind u. a. ein hohes Haltedrehmoment, eine gut skalierbare mechanische Ausführung, ein kleinerer/weniger teurer Aktuator dank der Verwendung von Übertragungsverstärkung und eine verbesserte Auflösung der Codiereinrichtung dank der Antriebsübertragungsverstärkung. Es gibt auch einige Nachteile:

der Mechanismus benötigt eine erhebliche Tiefe in einem Gehäuse, um ihn aufzunehmen; die Riemenübertragung weist eine Eigenreibung auf; die Antriebsübertragung erhöht die Komplexität der Vorrichtung; und mehr Gelenkpunkte in den beweglichen Teilen führen zu einem größeren Leergang in der Vorrichtung. Des weiteren ist dieses Ausführungsbeispiel nicht so für die hierin beschriebene Erfindung einer axial beweglichen Motorwelle geeignet wie andere Ausführungsformen.

In einer anderen alternativen Ausführungsform können eine oder mehr der Quer- oder Seitenbewegungen des Bedienknopfes 26 betätigt werden. Beispielsweise kann ein linearer oder rotierender Aktuator vorgesehen sein, um Kräfte in dem quer verlaufenden Freiheitsgrad in einer oder beiden Richtungen (zur Mittelstellung des Bedienknopfes hin und von der Mittelstellung weg) auszugeben. Es können z. B. ein oder mehr magnetische Aktuatoren oder Solenoide zur Bereitstellung von Kräften in diesen Querrichtungen verwendet werden. Auf ähnliche Weise kann in anderen Ausführungsbeispielen die Zug- und oder Druck-Bewegung des Bedienknopfes 26 entlang der Achse A betätigt werden. Zum Beispiel kann eine Stoßkraft im linearen Freiheitsgrad entlang der Achse A auf den Bedienknopf ausgegeben werden, wenn der Benutzer den Bedienknopf drückt. Stattdessen kann die vom Federelement 64 bereitgestellte Federrückstellkraft auch unter Verwendung eines durch einen Mikroprozessor gesteuerten Aktuators ausgegeben werden.

Fig. 3a ist eine auseinandergezogene Perspektivansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels 80 eines Mechanismus für den Bedienknopf 26. Der Mechanismus 80 realisiert einen Achsmotor für eine reduzierte Reibung und höhere Wiedergabenaugigkeit. Anders als das Ausführungsbeispiel 50 gemäß Fig. 2 weist diese Ausführung keine Übertragungs- oder Kupplungsteile auf und beseitigt dadurch die Auswirkungen sowohl von Leergang als auch von Reibung. Jedoch führt dies i. a. zu einer niedrigeren Drehmomentausgabe und Meßauflösung als beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2. Die reduzierte Drehmomentausgabe dieser

Ausführung kann von Stromsteueralgorithmen Gebrauch machen, die geeignetere kurzzeitige Ströme höherer Ordnung gestatten.

Der Bedienknopf 26, der vom Benutzer berührt wird, ist direkt an ein Bedienknopf-Übersetzungsrad 82 angekuppelt, das seinerseits, ähnlich wie beim Aktuator 70 gemäß Fig. 2, direkt an eine Schwenkwelle 86 eines Aktuators 84 angekuppelt ist. Zwischen dem Bedienknopf-Übersetzungsrad 82 und dem Motor 84 ist in einer Schaltkonsole 90 ein Ansteuerschalter 88 vorgesehen; der Ansteuerschalter 88 wird durch das Übersetzungsrad 82 geschlossen, wenn der Benutzer auf den Bedienknopf drückt und ihn linear entlang der Drehachse bewegt, so daß die gesteuerte Vorrichtung erfassen kann, wenn der Bedienknopf gedrückt wird. Ein Beispiel des Ansteuerschalters ist in größerer Einzelheit im Hinblick auf Fig. 7 beschrieben. Durch den Ansteuerschalter 88 wird vorzugsweise eine Federzentrierkraft auf die Axialbewegung des Bedienknopfes bereitgestellt.

Ein Codiereinrichtung-Antriebsriemen 92 ist mit dem Bedienknopf-Übersetzungsrad verbunden und treibt eine Codiereinrichtung-Riemenscheibe 94, die zwischen einem Emitter und einem Detektor auf einer fest angebrachten PC-Platinenanordnung 96 der Codiereinrichtung gedreht wird. Ein oberer Schiebering 98 ist um das Gehäuse des Aktuators 84 angeordnet und schließt einen nach unten weisenden Durchlaß 100 ein, der mit einem Tauchkolben 102 in Eingriff geht. Der Durchlaß 100 und der Tauchkolben 102 sind mit Bezug auf Fig. 3b beschrieben. Der Tauchkolben 102 ist vorzugsweise in einem Ausschnitt im unteren Gehäuse 104 federbeaufschlagt, und zwischen dem unteren Gehäuse 104 und dem oberen Schiebering 98 ist ein unterer Schiebering 106 angeordnet. Der untere Schiebering 106 und der obere Schiebering 98 gleiten quer zueinander, damit der Bedienknopf 26 und der Aktuator 84 zusammen in acht Seitenrichtungen (lotrecht zur Drehachse des Bedienknopfes) bewegt werden können. Der Eingriff von Nuten 101 und Keilen 103 in den Schieberelementen und in dem unteren

Gehäuse 104 erlauben diese Querbewegung, wobei die Nuten und Keile die Querbewegung gestatten. Die Wechselwirkung zwischen dem Tauchkolben 102 und dem Durchlaß 100, wie nachfolgend geschildert, beschränkt den Bedienknopf auch auf die gewünschten Seitenrichtungen.

Anders als der Durchlaß und Tauchkolben vom Ausführungsbeispiel 50 gemäß Fig. 2 sind der Tauchkolben 102 und der Durchlaß 100 von der mittigen Drehachse des Mechanismus versetzt. In einigen Ausführungsbeispielen kann der versetzte Verlauf dieser Bauteile ein gewisses Rotationsspiel des Bedienknopfes um das Zentrum des Durchlasses einleiten. In diesen Ausführungsbeispielen ist bevorzugt zu dem vorhandenen Durchlaß und Tauchkolben dazu ein zweiter Durchlaß (nicht gezeigt) und federbeaufschlagter Tauchkolben 105 auf der gegenüberliegenden Seite der Schieber 98 und 106 vorgesehen, um für größere Stabilität sowie weniger Spiel und Vibration in dem Mechanismus zu sorgen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist nur einer der Durchlässe Spurnuten für Führungszwecke auf; der andere Durchlaß kann eine glatte, konkave oder konusförmige Unterseite haben.

Unter dem Bedienknopf 26 kann ein oberes Gehäuse 108 angeordnet und an dem unteren Gehäuse 104 angekuppelt sein, um ein Gehäuse um einen Großteil des Mechanismus bereitzustellen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist der obere Schiebering 98 abgerundete Oberflächen auf vorstehenden Elementen 109 auf, wobei die abgerundeten Oberflächen die Unterseite des oberen Gehäuses 108 berühren, um Stabilität für die gleitende Seitenbewegung des Bedienknopfmechanismus bereitzustellen.

Zur Aufnahme der Schaltung und anderer benötigter elektronischer Bauteile für den Mechanismus 80 kann eine Hauptplatinenanordnung 110 verwendet werden. Zudem kann ein Seitenmeßfühler zum Abfühlen der Bewegung des Bedienknopfes in den acht Seitenrichtungen die Form einer kompakten Stabsteuerungseinheit 112 annehmen. Die Steuerungseinheit 112

schließt eine Basis ein, die an der fest angebrachten gedruckten Leiterplattenanordnung 110 und einem Stababschnitt befestigt ist, der sich in eine Aufnahme im oberen Schiebering 98 hinein erstreckt. Wenn sich der obere Schiebering 98 in die acht Seitenrichtungen bewegt, bewegt sich der Stab der Steuerungseinheit 112 in entsprechende Richtungen, und ein Meßfühler in der Steuerungseinheit 112 fühlt diese Bewegung ab. In anderen Ausführungsbeispielen können andere Meßfühlertypen als Seitenmeßfühler verwendet werden, z. B. Lichtstrahlsensoren, Kontaktschalter oder -sensoren, Hall-Effekt-Sensoren, optische Codiereinrichtungen etc..

Vorteile des Ausführungsbeispiels 80 sind u. a. die geringe Reibung, die zu einem homogenen Gefühlseindruck der Kräfte und des Bedienknopfes führt; dies ist darauf zurückzuführen, daß der Aktuator 84 den Bedienknopf 26 ohne jegliche Antriebsübertragung direkt antreibt. Zudem wird aufgrund der Riementriebübertragung (mit dem Riemen 92), die mit der Codiereinrichtung verwendet wird, eine hohe Meßauflösung erhalten, daß nämlich eine Umdrehung des Bedienknopfes mehreren Umdrehungen des Codiereinrichtung-Scheibenrads 94 entspricht. Der Mechanismus ist auch einfacher als das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 und braucht weniger Platz in einem Gehäuse, was in so raumlimitierten Anordnungen wie einer Armlehnenkonsole in einem Automobil oder einem anderen Fahrzeug vorteilhaft ist. Des weiteren kann das Ausführungsbeispiel 80 direkt mit der mit Bezug auf Fig. 6 beschriebenen Erfindung eines Motors mit axial beweglicher Welle verwendet werden. Zu den Nachteilen gehört ein niedrigeres Haltedrehmoment, und die Vorrichtung kann eine höher entwickeltere (und damit teurere) Elektronik zum Überwachen der Motortemperatur erfordern.

Fig. 3b stellt den Durchlaß 100 und den Tauchkolben 102 des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3a dar. Der Durchlaß 100 weist eine konkave Unterseite und eine Reihe von Spurnuten 120 auf, die in die Unterseite gebohrt und vom Mittelpunkt der Unterseite des Durchlasses sternförmig nach außen gerichtet

sind. Der Durchlaß 100 ist so ausgerichtet, daß eine Spitze 124 des Tauchkolbens 102 mit den Spurnuten in Kontakt gebracht, d. h. in eine der Spurnuten oder den Mitteltopf 122 zwischen den Spurnuten hineingedrückt wird. Die Spurnuten 120 sind in den zur seitlichen Arbeitsbewegung des Bedienknopfes 26 gewünschten Richtungen vorgesehen. Wenn also acht Richtungen erwünscht sind, werden acht unterschiedliche Spurnuten in den gewünschten Richtungen zur Verfügung gestellt. Der Tauchkolben 102 ist vorzugsweise federbeaufschlagt, um jederzeit einen guten Kontakt zwischen dem Tauchkolben 102 und den Durchlaß-Spurnuten 120 bereitzustellen und die Führungsfunktion des Durchlasses besser zu ermöglichen.

Im Betrieb bewegt sich der Durchlaß 100 mit dem Bedienknopf 26 und dem Aktuator 84, wenn der Benutzer den Bedienknopf 26 in eine Seitenrichtung bewegt. Der fest angebrachte Tauchkolben 102, der mit dem Durchlaß 100 in einer Spurnut 120 in Eingriff ist, erzwingt die Bewegung des Durchlasses 100, so daß der Tauchkolben 102 in einer der acht Spurnuten 120 verbleibt. Auf diese Weise kann der Durchlaß nur in eine der acht gewünschten Richtungen bewegt werden, was wiederum die Verschiebung des Bedienknopfes 26 in eine dieser acht Seitenrichtungen erzwingt.

Ein alternative Ausführungsform 130 des Ausführungsbeispiels 80 ist in Fig. 3c gezeigt, die einen anderen Abfühlmechanismus für den Bedienknopfmechanismus bereitstellt. Ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel 80 ist der Bedienknopf 26 direkt an die Antriebswelle eines Aktuators 132 gekoppelt. Ein oberer Schiebering 134 und unterer Schiebering 136 sind vorgesehen, um die Seitenbewegung des Bedienknopfes in acht Richtungen zu ermöglichen, wobei Ausschnitte 138 in den Schieberingen die Schieberinge bezüglich Haltern 139 gleiten lassen, die sich durch die Ausschnitte hindurch erstrecken. Ein Kugelrastknopf 140 ist im Halter 141 befestigt und erstreckt sich nach oben, um, ähnlich wie bei dem in Fig. 3a und 3b gezeigten Durchlaß und Tauchkolben, in einen Durchlaß in der



Unterseite des Schieberings 136 einzugreifen und die Bewegung des Bedienknopfes in die gewünschten Seitenrichtungen zu erzwingen. Da der Durchlaß und der Tauchkolben, ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3a, von der mittigen Drehachse versetzt sind, kann ein zweiter Tauchkolben und (vorzugsweise nicht profilierter) Durchlaß auf der gegenüberliegenden Seite des Mechanismus vorgesehen sein, um Stabilität und eine straffere Bewegung bereitzustellen.

An der Unterseite der Aktuatorantriebswelle ist eine Codiereinrichtungsscheibe 142 montiert. Die Ausschnitte oder Markierungen der Codiereinrichtungsscheibe sind vertikal (axial) ausgerichtet, um die Abtastung der Bedienknopfposition während der Arbeitsbewegung der Codiereinrichtungsscheibe im Hinblick auf einen Meßfühler, wie z. B. einen Emitter/Detektor (nicht gezeigt) zu ermöglichen, d. h. an allen axiallinearen Positionen des Bedienknopfes. Zum Beispiel kann ein schmales Band mit Markierungen oder Ausschnitten mit einem Emitter und Detektor zum Erfassen des Vorbeilaufens der Ausschnitte oder Markierungen vorgesehen sein. Demnach kann dieses Ausführungsbeispiel für solche Ausführungsformen geeignet sein, die eine axiale Arbeitsbewegung des Bedienknopfes bereitstellen, wobei der Meßfühler (und in einigen Ausführungsbeispielen der Aktuator) sich axial mit dem Bedienknopf verschiebt. In anderen Ausführungsbeispielen kann anstelle von Ausschnitten oder Markierungen auf einem schmalen Band ein durchlässiges, geriffeltes Material in dem Meßfühler verwendet werden, wobei der Detektor Änderungen in dem emittierten Strahl aus dem Vorbeilaufen der Erhebungen erfaßt. Die Firma Kärna in San Francisco, Kalifornien, liefert beispielsweise einen optischen Meßfühler mit annähernd sägezahnartigen Erhebungen, die ähnlich funktionieren wie Markierungen oder Ausschnitte, aus denen sich aber leichter ein kreisförmiges Band formen läßt, und die für die vorliegende Erfindung geeignet sein können. Da keine Antriebsübertragung verwendet wird, ist die Meßauflösung des Ausführungsbeispiels 130 i. a. kleiner als beim

Ausführungsbeispiel 80. Ein oberes Gehäuse 144 ist an ein unteres Gehäuse 146 angekuppelt, um ein Gehäuse um den Mechanismus bereitzustellen.

Fig. 4a ist eine Perspektivansicht, die ein Beispiel des zusammengebauten haptischen Bedienknopfmechanismus 50 gemäß Fig. 2 und seine Bauraumbeschränkung zeigt. Der haptische Bedienknopf kann in einem Fahrzeug verwendet werden, beispielsweise auf dem vorderen Segment einer Mittelarmlehne eines Kraftfahrzeugs oder auf einer Mittelkonsole. Das in Fig. 2 gezeigte Ausführungsbeispiel 50 liefert ein ausreichendes Drehmoment, ist aber aufgrund der Riementriebübertragung größer dimensioniert als das Ausführungsbeispiel 80. Beim Ausführungsbeispiel 50 kann vom Originalbauraum unter und hinter dem Bedienknopf für den Aktuator Gebrauch gemacht werden, wie in Fig. 4a gezeigt.

Fig. 4b ist eine Perspektivansicht zur Darstellung eines anderen Beispiels des zusammengebauten Gehäuses, das für das Ausführungsbeispiel 80 gemäß Fig. 3a oder das Ausführungsbeispiel 130 gemäß Fig. 3c verwendet werden kann. Das Ausführungsbeispiel 80 oder 130 benötigt etwas mehr Seitenbauraum als das Ausführungsbeispiel 50, aber es wird nur eine kürzere Anordnung benötigt, da es keine Übertragung durchführt, wie in Fig. 4b gezeigt. Natürlich kann es sein, daß solche Bauraumbeschränkungen in anderen Ausführungsbeispielen, in denen der Bedienknopf andere Geräte in anderen Zusammenhängen steuert, nicht vorhanden sind oder daß andere Einschränkungen existieren.

#### Axiale Bewegung des Bedienknopfes

Die Realisierung der axialen Übersetzung des Bedienknopfes oder anderen Handhabungsgeräts kann unterschiedliche Formen annehmen. Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung schließt einen Motor (oder anderen Aktuatortyp) mit einer Welle ein, die entlang der Drehachse der Motorwelle verschoben werden kann. Diese Ausführung ist in dem taktilen Bedienknopf der

vorliegenden Erfindung eine große Hilfe, da sie eine fortschreitende Bewegung des Bedienknopfes entlang der Drehachse ohne den Einsatz irgendwelcher Kupplungen ermöglicht. Falls eine derartige Bewegung des Bedienknopfes erwünscht wäre, würde typischerweise eine teure Axialkupplungsvorrichtung, wie z. B. ein Balg, eine spiralförmige, elastische Verbindung oder eine Mitnehmerwelle in einem Nutenhohlraum, zwischen dem beweglichen Bedienknopf und der Motorwelle vorgesehen, wie z. B. in dem weiter unten beschriebenen Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8. Dies ermöglichte dem Bedienknopf eine Axialbewegung im Hinblick auf die Motorwelle und ermöglichte dem Motor trotzdem noch die Ausübung einer Kreisbewegungskraft auf den Bedienknopf. Die Kupplung ist jedoch teuer und kann Leergang oder Federung in das System einbringen, was den Realismus der Ausgabekräfte an den Benutzer vermindert. Alternativ konnten frühere Systeme den gesamten Motor entlang der Drehachse des Bedienknopfes bewegen; dies ist jedoch oft ineffizient, weil der Motor typischerweise schwer und sperrig ist (ganz besonders ein Statorabschnitt mit Permanentmagneten).

Ein Beispiel eines Motors 200 des Standes der Technik ist in der Seiten-Querschnittansicht gemäß Fig. 5 gezeigt. Es ist ein gewöhnlicher Gleichstrommotor des Bürstentyps gezeigt, der ortsfeste Abschnitte (Stator) bezüglich des Motorgehäuses und einen rotierenden Abschnitt (Rotor) aufweist. Ein Gehäuse 202 des Motors ist typischerweise zylindrisch und sorgt für eine Abstützung des Stators des Motors und funktioniert auch als Magnetflußführung. Das Gehäuse 202 schließt zwei Magnete 204 ein, die an der Innenseite des Gehäuses befestigt und typischerweise auf gegenüberliegenden Seiten der Innenseite des Gehäuses vorgesehen sind. Die Magnete 204 weisen typischerweise zueinander entgegengesetzte Magnetpole auf, die nach innen zum Mittelpunkt des Gehäuses gerichtet sind (z. B. ist eine Nordseite N eines Magnets nach innen gerichtet, und eine Südseite S des anderen Magnets ist nach innen gerichtet). Die Welle 206 des Rotors ist drehbar an das Gehäuse 202 angekuppelt, so daß der Rotor um die Achse A rotieren kann.

Beispielsweise können Buchsen 208, wie z. B. Kugellager, die Welle 206 halten. Der Rotor schließt auch einen Anker mit einer Reihe von Zähnen 210 mit Halterungen ein, um die ein leitfähiger Draht oder eine Spule gewickelt ist (nicht gezeigt).

In einem Motor des Bürstentyps ist die Welle 206 an eine Reihe von Kollektorstangen 212 gekoppelt, die zylindrisch um die Welle 206 angeordnet sind, und an die die Spulen angeschlossen sind. An die Kollektorstangen sind Bürsteneinheiten 214 leitfähig gekoppelt; beispielsweise können Bürsten 216 durch Spiral- oder Blattfedern 218 gegen die Kollektorstangen federbeaufschlagt sein. Strom wird einer Bürste 216 zugeführt, die den Strom zu einer Kollektorstange leitet, durch die Spule hindurch und durch die andere Kollektorstange 212 und die Bürste 216 wieder hinaus.

Wie Fachleuten auf diesem Gebiet gut bekannt ist, erzeugen die Permanentmagnete 204 ein statisches Magnetfeld, das in Wechselwirkung mit einem veränderlichen Magnetfeld steht, welches durch elektrischen Strom erzeugt wird, der durch die Spule des Rotors fließt. Die Magnetfelder werden i. a. unter Verwendung eisenhaltiger Strukturen wie Eisen durch den Stator und den Rotor gerichtet. Der Rotor rotiert um die Achse A im Gehäuse 202 in einer Richtung, die durch die Richtung des Stroms durch die Spulen bestimmt wird. Die Welle 206 ist in dem Freiheitsgrad entlang der Achse A fixiert und läßt sich nicht parallel verschieben.

Fig. 6 ist eine Seiten-Querschnittsansicht eines Beispiels des Motors 230 der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 5 ist ein Gleichstrommotor des Bürstentyps gezeigt, obwohl auch andere Motortypen oder Aktuatoren mit den Merkmalen der vorliegenden Erfindung bereitgestellt werden können. Anstatt eine Axialkupplungsvorrichtung zwischen Bedienknopf und Motor vorzusehen, ist die Axialfederung in den Motor 230 eingebaut.

Wie der Motor gemäß Fig. 5 schließt der Motor 230 einen Stator ein, der ein Gehäuse 232 und Magnete 234 aufweist. In dem Gehäuse ist ein Rotor angeordnet, der durch Buchsen 238 gehalten wird und eine Welle 236 und einen Anker 240 aufweist. Der Anker 240 weist Zähne 242 und eine Spule auf, wie oben beschrieben. Die Zähne 242 können parallel zu den Seiten des Gehäuses 232 angeordnet sein oder in einer spiralförmigen Anordnung abgeschrägt sein, um einen "Verzahnungs"-Effekt zu verringern, der von den Magnetfeldern erzeugt und an den Benutzer übertragen wird, wenn der Rotor gedreht wird. Derartige abgeschrägte Rotorimplementierungen sind im US-Patent Nr. 6,050,718 beschrieben.

Der Motor 230 weist auch an den Rotor gekoppelte Kollektorstangen 244 und an den Stator gekoppelte Bürsteneinheiten 246 auf, wobei die Bürsteneinheiten Bürsten 248 und Federelemente 250 einschließen, die Blattfedern, Spiralfedern, Falten oder andere Arten von nachgiebigen Elementen sein können.

In der vorliegenden Erfindung kann der gesamte Rotor entlang der Drehachse B parallel verschoben werden, wodurch der Welle 236 eine Bewegung entlang der Achse B ermöglicht wird und dem Bedienknopf (oder anderen durch einen Benutzer bedienbaren Gegenstand), der an die Welle angeschlossen ist, die nötige Bewegung verschafft wird. Um diese Bewegung aufzunehmen, wurden einige der Bauteile des Aktuators modifiziert. Die Spaltweite zwischen den Kollektorstangen 244/Bürsteneinheiten 246 und den rückwärtigen Buchsen 238b wurde vergrößert, um die Bewegung des Rotors aufzunehmen. In einigen Ausführungsbeispielen (abhängig von der Größenordnung der axialen Translation) sollten die Kollektorstangen 244 verlängert werden, um einen stetigen Kontakt zwischen den Bürsten 248 und den Kollektorstangen 244 in allen Stellungen des Rotors zu gewährleisten. Falls große Bürsten verwendet werden, können die Bürsten 248 entlang der Achse B gekürzt werden, um alternativ (oder zusätzlich) die Axialbewegung des Rotors aufzunehmen.

Die Magnete 234 können ebenfalls verlängert werden, wie in Fig. 6 gezeigt, z. B. in dem gezeigten Beispiel zu den Bürsteneinheiten hin verlängert werden, so daß sich der Anker an allen Positionen im Bereich der Axialbewegung des Rotors innerhalb des Magnetfeldes der Magnete 234 befindet. Falls sich ein Abschnitt des Ankers von den Magneten 234 heraus erstrecken dürfte, kann die Folge ein Drehmoment- oder Leistungsverlust der Drehmomentausgabe sein. Die Buchsen 238 sind vorzugsweise ein Buchsentyp von hoher Qualität, beispielsweise Bronzebuchsen, die ihre Qualität trotz des von der axialen Translation der Welle 236 ausgehenden Verschleißes über eine lange Zeit behalten.

Falls ein Bedienknopf direkt an die Welle 236 gekoppelt ist, ermöglicht die Axialbewegung des Rotors die Abtastung des Bedienknopfes in einem linearen Freiheitsgrad parallel zur Achse B des Motors. Des weiteren kann das Drehmoment auf den Bedienknopf direkt durch Drehen der Welle 236 ausgegeben werden und ohne Einsatz einer nachgiebigen Kupplung überwältigende fühlbare Empfindungen an den Benutzer bereitstellen. Darüber hinaus sind die von der vorliegenden Erfindung geforderten Änderungen an einem serienmäßigen Motor einfach und preisgünstig, was eine leichte Herstellung der Motoren der vorliegenden Erfindung ermöglicht.

Alternative Ausführungsformen können andere Implementierungen vorsehen, um eine Axialbewegung der Welle 236 bezüglich der anderen Abschnitte des Motors 230 zu ermöglichen. Zum Beispiel kann die Welle 236 sowohl im Hinblick auf den Rotor als auch den Stator des Motors axial fortschreitend verschoben werden, die bezüglich des Untergrunds oder einer Bezugsfläche ortsfest bleiben. In einem derartigen Ausführungsbeispiel kann die Welle 236 axial in einer Nut verschoben werden, die in der Mitte des Ankers 240 vorgesehen ist. Um die Drehung der Welle 236 durch den Anker zu ermöglichen, kann eine feste Verkeilung oder ein anderer Eingriffmechanismus verwendet werden. Zum Beispiel können eine zylindrische Welle und ein

Ausschnitt einen Keil in einem bereitstellen, der in eine Nut in dem anderen Abschnitt eingreift. Oder ein hexagonaler oder anderer mehrseitiger Querschnitt der Welle kann an einem ähnlich geformten Ausschnitt angreifen. Solche Lösungen sind jedoch bei billigen Vorrichtungen wie dem in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel eher nicht so wünschenswert, da hierbei beträchtliche Änderungen an der Konstruktion vorhandener Motoren erforderlich sein können. Eine Federrückstellkraft auf der Welle 236 spannt die Welle vorzugsweise zur auseinandergezogenen Position. Diese Federrückstellkraft kann entweder intern und/oder extern sein. Zum Beispiel ist aufgrund der magnetischen Eigenschaften eine Eigen-Rückstellkraft auf dem Rotor bezüglich der Magnete bereitgestellt. Externe Bauteile wie Federn können ebenfalls verwendet werden.

Fig. 7 ist eine Seiten-Querschnittansicht einer Vorrichtung 260, die den Motor 230 und einen an den Motor angeschlossenen Bedienknopf 26 einschließt. Zum Beispiel kann das Ausführungsbeispiel 80 gemäß Fig. 3a mit dem Aktuator 230 verwendet werden oder das Ausführungsbeispiel 50 gemäß Fig. 2. Die axial bewegliche Kraftabgabewelle 236 des Motors 230 ist starr mit dem Bedienknopf 26 verbunden, so daß der Bedienknopf 26 gedreht wird, wenn die Welle 236 gedreht wird. Der Bedienknopf 26 kann auch entlang der Achse B parallel verschoben werden; in dem gezeigten Ausführungsbeispiel kann der Bedienknopf um eine Gesamtdistanz von 1,5 mm von der dargestellten obersten Stellung nach unten bewegt werden. In anderen Ausführungsbeispielen können andere Abstände vorgesehen sein.

Die Vorrichtung 260 schließt auch vorzugsweise einen oder mehr Meßfühler zum Erfassen zumindest einer Position des Bedienknopfes 26 in seiner Linearachse ein. In dem Beispiel gemäß Fig. 7 ist der Meßfühler ein Schalter 262, der am entgegengesetzten Ende des Motors 230 zum Bedienknopf 26 angeordnet ist. Der Schalter ist ein Kontaktschalter, der sich schließt, wenn die Welle 236 auf den Schalter herunterdrückt,

was dadurch verursacht wird, daß der Benutzer den Bedienknopf 26 um den erforderlichen Abstand herunterdrückt. Der Schalter ist an einen Mikroprozessor oder eine andere Steuerungseinheit gekoppelt, die auf diese Weise erfassen kann, wenn der Benutzer den Bedienknopf drückt, um eine Auswahl vorzunehmen oder den Betrieb des gesteuerten Geräts anderweitig zu beeinflussen. Der Schalter 262 kann in anderen Ausführungsbeispielen auch in Form von anderen Meßfühler- oder Schaltertypen verwirklicht sein, z. B. als optischer Meßfühler, magnetischer Meßfühler, Druckfühler oder anderer Meßfühler- oder Schaltertyp.

In anderen Ausführungsbeispielen kann der Schalter an anderen Stellen der Vorrichtung 260 angeordnet sein. Zum Beispiel kann ein Schalter 264, der dem Schalter 262 ähnelt, auf der Oberseite des Gehäuses des Motors 230 und unter dem Bedienknopf 26 angeordnet sein. Wenn der Bedienknopf 26 von dem Benutzer heruntergedrückt wird, berührt die Unterseite 266 des Bedienknopfes den Schalter 264, um den Schalter zu schließen. Es können auch Mehrfach-Schalter 262 und 264 verwendet werden; beispielsweise können zwei Schalter 264 auf der Oberseite des Motors 230 angeordnet sein. In anderen Ausführungsbeispielen kann ein Schalter an anderen Stellen vorgesehen sein, wie z. B. der Schalter 265.

In einigen Ausführungsbeispielen kann die Position des Bedienknopfes (oder der Welle) in der Axialrichtung unter Verwendung eines Endlosreichweiten- oder Analogsensors abgetastet werden, und die lineare Axialposition kann von einem Mikroprozessor (oder einer anderen Steuerungseinheit) verwendet werden, um eine Proportionalsteuerung über einen Wert, einen rechnergenerierten Gegenstand oder eine andere Gerätefunktion zu liefern. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Bewegung parallel zur Achse B beispielsweise auch unter Verwendung eines Reibungsrollenaktuator oder linearen Aktuator aktiviert werden, was die Ausgabe unterschiedlicher Kraftempfindungen in dem linearen Freiheitsgrad ermöglicht, wie z. B. Federn,



Dämpfung, Trägheit, Anschläge, Strukturen, Vibrationen, Rucke oder Impulse etc..

Obwohl die hierin offenbarten Ausführungsbeispiele auf Drehknöpfe bezogen sind, können auch andere durch einen Benutzer bedienbare Drehgegenstände an die Übersetzungsaktuatorwelle der vorliegenden Erfindung angeschlossen sein. Zum Beispiel kann ein Joystick, Lenkrad, Billard-Queue, medizinisches Instrument oder ein anderes Griffstück anstelle eines Bedienknopfes vorgesehen sein.

In anderen Ausführungsbeispielen kann ein Meßfühler zum Abtasten eines Positionsradius des Bedienknopfes 26 oder einer kontinuierlichen Bewegung des Bedienknopfes 26 linear entlang der Achse B vorgesehen sein. Zum Beispiel kann ein Hall-Effekt-Schalter auf dem Bedienknopf oder einem Anbauteil vorgesehen sein, der die Position der Welle 236 bezüglich eines fest angebrachten Magnets mißt. Oder ein optischer Meßfühler (wie z. B. eine Photodiode) oder eine andere Art Meßfühler kann die Position der Welle 236 und/oder des Bedienknopfes 26 erfassen. In so einem Ausführungsbeispiel kann die Stellung des Bedienknopfes entlang der Achse B eine Schreibmarken- bzw. Cursorposition oder Funktion oder Einstellung des gesteuerten Geräts proportional steuern. Zum Beispiel kann eine solche Bewegung die Lautstärke der Akustikausgabe des Geräts, die Bewegung eines Cursors über eine Anzeige oder die Helligkeit von Lichtquellen im Inneren eines Fahrzeugs steuern.

Zwischen den Bedienknopf und eine Basisfläche kann auch ein Federelement gekuppelt sein, um eine Rückstellkraft an den Bedienknopf bereitzustellen und den Bedienknopf zu einer Ausgangsstellung vorzuspannen, wenn der Benutzer genügend Druck von dem Bedienknopf wegnimmt.

Fig. 8 ist eine Perspektivansicht einer unterschiedlichen Ausführungsform 270 eines Mechanismus für die Bedienknopf-Schnittstellenvorrichtung der vorliegenden Erfindung, die eine Axialbewegung des Bedienknopfes ermöglicht. Die

Ausführungsform 270 schließt Zahnräder ein, um die Drehbewegung abzufühlen und die fortschreitende Bewegung des Bedienknopfes zu ermöglichen. Der Bedienknopf 26 kann auf dem Bedienfeld auf der Vorderseite eines elektronischen Geräts oder Computerbausteins angeordnet sein, wie oben beschrieben. Um eine Eingabe an das elektronische Gerät zu liefern, kann der Bedienknopf vom Benutzer vorzugsweise um eine Achse Z gedreht werden. In anderen Ausführungsformen kann der Bedienknopf 26 eine andere Steuerung sein, wie z. B. eine Wählscheibe oder andere Arten von Griffstücken, wie in den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Der Bedienknopf 26 ist starr mit einer ersten Welle 274 verbunden, die ein Zahnrad 276 aufweist, das an einem Abschnitt der Welle zwischen deren zwei Enden starr mit der Welle 274 verbunden ist. Alternativ kann das Zahnrad 276 direkt an dem Bedienknopf 26 befestigt oder um diesen herum angeordnet sein. Wenn der Benutzer den Bedienknopf 26 dreht, werden demzufolge auch die Welle 274 und das Zahnrad 276 gedreht. Die Welle 274 erstreckt sich von der anderen Seite des Zahnrads 276 aus und ist starr mit einem Ende einer körperlichen Feder oder Torsionskupplung 280 verbunden. Die Feder 280 ist starr an einer zweiten Welle 278 am anderen Ende der Feder befestigt.

Die Feder 280 ermöglicht, daß die Welle 274 auf die Welle 278 zu- oder davon wegbewegt wird (wenn die Feder nicht ganz zusammengedrückt oder auseinandergezogen ist) und ermöglicht dadurch, daß der Bedienknopf 26, die Welle 274 und das Zahnrad 276 entlang der Z-Achse parallel verschoben werden. Die von der Feder bereitgestellte Federkraft verursacht eine Federrückholspannung auf den Bedienknopf 26, wenn der Bedienknopf 26 aus einer neutralen oder ursprünglichen Federposition heraus entlang der Z-Achse bewegt wird. Vorzugsweise ist in der Nähe des Bedienknopfes 26 eine Führung (nicht gezeigt) vorgesehen (wie z. B. an der Welle 274 direkt hinter dem Bedienknopf), um eine Bewegung des Bedienknopfes lotrecht zur Achse Z zu verhindern, die durch die Feder 280

ermöglicht wird. Eine derartige Führung kann z. B. ein Ausschnitt in einem Bedienfeld auf der Vorderseite eines Geräts sein, durch das sich die Welle 274 erstreckt. Auch körperliche Anschläge können in dem linearen Freiheitsgrad des Bedienknopfes vorgesehen sein, um den Bedienknopf auf einen gewünschten Translationsbewegungsbereich zu beschränken.

Die Feder 280 ermöglicht auch die Übertragung einer Drehbewegung zwischen der Welle 278 und der Welle 274 (und damit dem Bedienknopf 26 und dem Zahnrad 276). Die Feder 280 ist in Umfangsrichtung vorzugsweise starr und läßt keine Torsionsbewegung zu, so daß eine Rotation der Welle 278 durch den Aktuator 282 (nachstehend erörtert) ohne übermäßiges Spiel oder Federung so getreu wie möglich auf die Welle 274 und den Bedienknopf 26 übertragen wird. Für die Feder 280 können spiralförmige oder andere Arten von Federn oder andere Kupplungen verwendet werden, die eine Translation ermöglichen und eine Rotation übertragen können, wie z. B. ein Balg, eine spiralförmige elastische Verbindung oder eine Mitnehmerwelle im Inneren eines Nutenhohlraums. In wieder anderen Ausführungsbeispielen ist keine Feder 280 oder andere Kupplung vorgesehen, und die Welle 278 ist stattdessen in der Lage, axial bezüglich des Motors bewegt zu werden, um dem Bedienknopf eine Axialbewegung wie in dem oben in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel 230 zu ermöglichen. In alternativen Ausführungsformen kann die Bewegung entlang der Achse Z unter Verwendung eines Aktuators aktiviert werden, um Kräfte im linearen Freiheitsgrad auszugeben, wie z. B. mit einem linearen Aktuator oder einem rotierenden Aktuator, dessen Rotationsausgabe in eine lineare Richtung übersetzt wird. Ein derartiger Aktuator kann ein Motor, ein Schwingspulenaktuator, eine passive Bremse etc. sein.

In anderen Ausführungsbeispielen können andere Kupplungen zwischen der Welle 274 und der Welle 278 verwendet werden, die eine Gleitbewegung ermöglichen und dennoch die Übertragung einer Drehbewegung von der Welle 278 auf die Welle 274

erlauben, wie auf dem Fachgebiet der Mechanik gut bekannt ist. In einigen Ausführungsformen kann das Zahnrad 276 selbst so lang sein (parallel zur Z-Achse), daß es als Kupplung wirkt und der Welle 278 die Bewegung um eine gewünschte Distanz bezüglich des Zahnrads 276 und der Welle 274 gestattet. Das Innere der Kupplung, wie z. B. die zentrale Zahnradöffnung, kann eine Verzahnung oder andere Struktur aufweisen, um mit Zähnen auf der Welle 278 zusammenzuwirken, so daß eine Translationsbewegung ermöglicht und dabei gleichzeitig noch eine Drehbewegung übertragen wird.

Die Welle 278 ist starr an einen feststehenden Aktuator 282 gekoppelt, der dazu dient, eine Rotationskraft auf die Welle 278 und somit eine Rotationskraft auf den Bedienknopf 26 auszugeben. Der Aktuator 282 liefert Kräfte, die basierend auf Steuersignalen von einem Computerbaustein mit einem Mikroprozessor oder einer anderen Steuerungseinheit computermoduliert sind. Der Aktuator 282 kann ein aktiver Aktuator sein, wie z. B. ein Gleichstrommotor, Schwingspulenaktuator oder anderer Motortyp; oder der Aktuator kann ein passiver Aktuator sein, wie z. B. eine Bremse oder ein passiver Fluidaktuator. Eine Vielfalt von Kraftempfindungen kann auf den Bedienknopf ausgegeben werden, wie weiter unten beschrieben.

Ein Codiererzahnrad 290 ist drehbar mit einer Stützfläche verbunden und direkt neben dem Zahnrad 276 angeordnet. Das Codiererzahnrad 290 weist eine Verzahnung auf, die mit den Zähnen des Zahnrads 276 in Eingriff ist, so daß eine Drehbewegung des Zahnrads 276 eine Rotation des Codiererzahnrads 290 um eine Achse A verursacht. In einigen Ausführungsbeispielen können andere Übertragungsvorrichtungen zum Übertragen der Rotation von der Welle 274 auf die Welle 292 verwendet werden; beispielsweise kann ein Reibungsantriebssystem verwendet werden, am liebsten, wenn es eine Translation der zwei in Reibung gehaltenen Elemente ermöglicht; demzufolge kann Hartgummi oder ein ähnliches

Material verwendet werden. Alternativ kann eine Riementriebübertragung verwendet werden, wobei anstelle des Codiererzahnrad 290 eine kleine Riemenscheibe mit geringem Abstand von der großen Riemenscheibe anstelle des Zahnrad 276 angeordnet ist und zwischen den Riemenscheiben ein Riemen geführt ist. Es kann ein O-Ring-Riemen verwendet werden, so daß die Translation der großen Riemenscheibe bezüglich der kleinen Riemenscheibe das Funktionieren des Riementriebs nicht durcheinanderbringt.

Eine Codiererwelle 292 ist starr am Boden und dem Codiererzahnrad 290 befestigt und erstreckt sich durch das Codiererzahnrad hindurch. An das Codiererzahnrad ist ein Meßfühler 293 angeschlossen, um die Drehbewegung des Zahnrad 290 zu erfassen und damit die Kreisbewegung des Zahnrad 276 und des Bedienknopfes 26 zu erfassen (wobei die Kreisbewegung des Zahnrad 276 durch den Benutzer und/oder den Aktuator 282 veranlaßt wird). Der Meßfühler 293 liefert ein oder mehr Signale an die Mikrosteuerungseinheit, um die relative Bewegung des Zahnrad 290 und damit des Bedienknopfes 26 anzuzeigen. Der Meßfühler 293 schließt ein Codescheibenrad 294 ein, das starr mit der Welle 292 verbunden ist und sich in Verbindung mit dem Zahnrad 290 dreht. Der Meßfühler 293 weist auch eine feststehende Emitter/Detektor-Anordnung 296 auf, die so angeordnet ist, daß ein Rand des Scheibenrads 294 zwischen zumindest einem Emitter und zumindest einem Detektor der Anordnung 296 umläuft. Das Scheibenrad weist Nuten oder Markierungen auf, die erfaßt werden können, wenn sie sich an dem Emitter/Detektor vorbeidrehen. Dieser Typus einer optischen Codiereinrichtung ist Fachleuten auf diesem Gebiet gut bekannt. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind zwei oder mehr Detektoren in der Anordnung 296 vorgesehen, um eine Quadraturabtastung oder ähnliches zu ermöglichen, was eine Abtastung der Bewegungsrichtung erlaubt. Alternativ können andere Meßfühlertypen verwendet werden, die die Bewegung eines Scheibenrads oder einer Welle abfühlen können, z. B. ein analoges Potentiometer.

Wenn der Bedienknopf 26 parallel verschoben wird, werden das Zahnrad 276 und das Codiererzahnrad 290 parallel zueinander verschoben, z. B. wird in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel das Zahnrad 276 im Hinblick auf das Codiererzahnrad 290 bewegt oder verschoben, das entlang der Z-Achse befestigt ist. Durch die ineinandergreifende Verzahnung der zwei Zahnräder ist diese Translation der Zahnräder möglich, aber es ist auch die Übertragung einer Drehbewegung von einem Zahnrad auf das andere möglich (solange zumindest ein Abschnitt der Z-Achsenlänge der Zähne beider Zahnräder verzahnt sind). Dies macht es möglich, daß der Meßfühler 293 im Hinblick auf den Bedienknopf 26 feststehend angeordnet ist und trotzdem noch die Kreisbewegung des Bedienknopfes 26 mißt.

Vorzugsweise kann der Benutzer den Bedienknopf 26 zum Aktuator 282 hindrücken, um einen Meßfühler zu aktivieren und ein Tasten- oder Einschaltsignal einzugeben. Zur Betätigung dieses Merkmals kann in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ein elektrischer Schalter wie der Kontakt 297 in der Bahn des Bedienknopfes 26 oder Zahnrad 276 vorgesehen sein. Beispielsweise ist der Kontakt 297 an Masse angeschlossen und wird gegen einen anderen Kontakt gepreßt, wenn der Bedienknopf 26 an dem Kontakt 297 angreift und ihn drückt. Dies sendet ein Signal an die leitende Mikrosteuerungseinheit oder andere Schaltung. Der Benutzer kann also den Bedienknopf 26 drücken, um das Kontaktsignal zu aktivieren und dadurch eine Selektionseingabe an das elektronische Gerät tätigen oder eine sonstige Eingabe an die elektronische Vorrichtung liefern.

In anderen Ausführungsbeispielen können andere Meßfühlertypen verwendet werden, um eine bestimmte Position des Bedienknopfes im linearen Freiheitsgrad entlang der Achse Z zu erfassen oder eine kontinuierliche Linearbewegung entlang der Achse Z abzutasten. Beispielsweise kann ein optischer Meßfühler einen Detektorstreifen parallel zur Arbeitsbewegung des Bedienknopfes verwenden, um eine bestimmte Position eines Punktes oder einer Fläche auf dem Bedienknopf (oder dem Zahnrad oder der

Welle 274) zu erfassen, der/die einen Strahl emittiert oder reflektiert, der von dem Detektorstreifen erfaßt wird.

Fig. 9 ist ein Blockdiagramm zur Darstellung eines elektromechanischen Systems 300, das zur Verwendung mit der durch einen Bedienknopf der vorliegenden Erfindung gesteuerten Vorrichtung geeignet ist. Ein haptisches Feedbacksystem, das viele der nachstehenden Bauteile aufweist, ist im Patent Nr. 5,734,373 im einzelnen beschrieben, das durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin aufgenommen wird.

In einem Ausführungsbeispiel schließt die gesteuerte Vorrichtung einen elektronischen Abschnitt mit einem örtlichen Mikroprozessor 302, einem örtlichen Taktgeber 304, einem örtlichen Speicher 306, einer Sensorschnittstelle 308 und einer Aktuatorschnittstelle 310 ein.

Der örtliche Mikroprozessor 302 wird als "örtlich" zu der Vorrichtung angesehen, wobei "örtlich" sich hierin darauf bezieht, daß der Prozessor 302 ein von allen anderen Mikroprozessoren abgetrennter Mikroprozessor ist, wie z. B. in einem leitenden Host-Computer (siehe unten), und sich darauf bezieht, daß der Prozessor 302 für die Krafterückkopplung und/oder Meßfühler-Ein-Ausgabe für den Bedienknopf 26 reserviert ist. In Force-Feedback-Ausführungsbeispielen liest der Mikroprozessor 302 Sensorsignale und kann entsprechende Kräfte aus diesen Sensorsignalen, Zeitsignalen und Kraftabläufen berechnen, die in Übereinstimmung mit einem Host-Steuerbefehl ausgewählt werden, und entsprechende Steuersignale an den Aktuator ausgeben. Geeignete Mikroprozessoren zur Verwendung als örtlicher Mikroprozessor 302 sind u. a. beispielsweise der 8X930AX von der Firma Intel, der MC68HC711E9 von Motorola und der PIC16C74 von Microchip. Der Mikroprozessor 302 kann einen Mikroprozessorchip oder Mehrfach-Prozessoren und/oder Coproprozessorchips aufweisen sowie eine Digitalsignalprozessor-(DSP)-Funktionsvielfalt aufweisen. Es können auch separate Steuerungseinheiten vorgesehen sein, die

für die Berechnung von Geschwindigkeit, Beschleunigung und/oder anderen kraftbezogenen Daten reserviert sind. Alternativ können feste digitale Logik- und/oder Statusmaschinen zur Bereitstellung einer ähnlichen Funktionsvielfalt verwendet werden.

Ein örtlicher Taktgeber 304 kann zur Lieferung von Taktdaten an den Mikroprozessor 302 angeschlossen sein, beispielsweise um Kräfte zu berechnen, die von einem Aktuator 316 ausgegeben werden sollen. Der örtliche Speicher 306, beispielsweise ein RAM und/oder ROM, ist vorzugsweise an den Mikroprozessor 302 angeschlossen, um Befehle für den Mikroprozessor 302 als temporäre Daten zu speichern. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Anzeige 14 an den örtlichen Mikroprozessor 302 angeschlossen sein. Alternativ kann ein unterschiedlicher Mikroprozessor oder eine andere Steuerungseinheit die Ausgabe an die Anzeige 14 steuern.

Wahlweise kann die Sensorschnittstelle 308 enthalten sein, um Sensorsignale in Signale umzusetzen, die vom Mikroprozessor 302 interpretiert werden können. Beispielsweise kann die Sensorschnittstelle 308 Signale von einem Digitalsensor wie einer Codiereinrichtung empfangen und die Signale in eine digitale Binärzahl umsetzen. Es kann auch ein Analog-Digital-Wandler (ADC) verwendet werden. Alternativ kann der Mikroprozessor 302 diese Schnittstellenfunktionen durchführen. Die Aktuatorschnittstelle 310 kann fakultativ zwischen den Aktuator und den Mikroprozessor 302 geschaltet werden, um Signale vom Mikroprozessor 302 in Signale umzusetzen, die zum Antreiben der Aktuatoren geeignet sind. Die Aktuatorschnittstelle 310 kann Leistungsverstärker, Schalter, Digital-Analog-Steuereinrichtungen (DAC), und andere Komponenten aufweisen. In alternativen Ausführungsformen kann die Schaltung mit der Aktuatorschnittstelle 310 im Mikroprozessor 302 oder in dem/den Aktuator(en) vorgesehen sein. Eine Stromversorgung 312 kann elektrische Leistung liefern, oder die Leistung kann dem Aktuator 316 und allen



anderen Komponenten durch einen Schnittstellenbus zugeführt werden.

Der mechanische Teil des Systems kann einige oder alle Bauteile enthalten, die zur Drehbewegung des Bedienknopfes 26, Querbewegung des Bedienknopfes 26, Druck- und/oder Zugbewegung des Bedienknopfes 26 und haptischen Rückkopplung in irgendeinem oder allen dieser Freiheitsgrade des Bedienknopfes benötigt werden, wie oben beschrieben. Meßfühler 314 fühlen die Position, Bewegung und/oder andere Eigenschaften des Bedienknopfes 26 entlang einem oder mehr Freiheitsgraden ab und liefern Signale an den Mikroprozessor 302, die diese Merkmale darstellende Informationen enthalten. Typischerweise ist ein Meßfühler 314 für jeden Freiheitsgrad vorgesehen, an dem der Bedienknopf 26 entlangbewegt werden kann, oder es kann ein einziger zusammengesetzter Meßfühler für mehrfache Freiheitsgrade verwendet werden. Beispiele geeigneter Meßfühler sind u. a. optische Codiereinrichtungen, analoge Meßfühler wie Potentiometer, Hall-Effekt-Magnetsensoren, optische Meßfühler wie Seitenwirkung-Photodioden, Tachometer und Beschleunigungsmesser. Es können entweder absolute oder relative Meßfühler verwendet werden.

In diesen Ausführungsbeispielen mit Kraftrückkopplung überträgt/übertragen (ein) Aktuator(en) 316 Kräfte an den Bedienknopf 26 in einer oder mehr Richtungen in einem Rotationsfreiheitsgrad unter Ansprechen auf vom Mikroprozessor 302 oder einer anderen elektronischen Logik oder Vorrichtung ausgegebene Signale, d. h. er ist "elektronisch gesteuert." Der Aktuator 316 erzeugt elektronisch modulierte Kräfte, was bedeutet, daß der Mikroprozessor 302 oder ein anderes elektronisches Gerät die Anlegung der Kräfte steuert. Typischerweise ist ein oder mehr Aktuatoren 316 für jeden Bedienknopf 26 vorgesehen, der eine Force-Feedback-Funktionsvielfalt aufweist. In einigen Ausführungsbeispielen können auch zusätzlich Aktuatoren für die anderen Freiheitsgrade des Bedienknopfes 26 vorgesehen sein, wie z. B.

die Querbewegung des Bedienknopfes 26 und/oder die Druck- oder Zugbewegung des Bedienknopfes. Der Aktuator 316 kann ein aktiver Aktuator, wie z. B. ein Gleichstrommotor, linearer Stromsteuermotor, Schrittmotor, aktiver Pneumatik-/Hydraulikaktuator, ein Drehmomenterzeuger (Motor mit beschränktem Winkelbereich), Schwingspulenaktuator etc. sein. Es können auch passive Aktuatoren verwendet werden, darunter Magnetpulverbremser, Reibungsbremser oder passive Pneumatik-/Hydraulikaktuatoren, und einen Dämpfungswiderstand oder Reibung in einem Bewegungsgrad erzeugen.

Zum Übersetzen der Bewegung des Bedienknopfes 26 in eine Form, die von Meßfühlern 314 gelesen werden kann und, in den Ausführungsbeispielen mit Kraftrückkopplung, zum Übertragen von Kräften vom Aktuator 316 zum Bedienknopf 26 wird ein Mechanismus 318 verwendet. Beispiele für den Mechanismus 318 sind oben gezeigt. Auch ein Antriebsmechanismus wie ein Riementrieb, Zahnradgetriebe oder Capstan-Antriebsmechanismus kann verwendet werden, um den vom Aktuator 316 ausgehenden Kräften einen Arbeitsgewinn zu verschaffen.

Es können auch andere Eingabevorrichtungen 320 enthalten sein, um Eingabesignale an den Mikroprozessor 302 zu senden. Solche Eingabevorrichtungen können Tasten oder andere Steuerungen einschließen, die zum Ergänzen der Eingabe von dem Bedienfeld (Panel) an das gesteuerte Gerät verwendet werden. Ferner können auch Wählscheiben, Schalter, Hardware zur Spracherkennung (z. B. ein Mikrophon mit vom Mikroprozessor 302 implementierter Software) oder andere Eingabemechanismen zum Bereitstellen einer Eingabe an den Mikroprozessor 302 oder den Aktuator 316 eingeschlossen sein. In einigen Ausführungsformen kann auf oder neben dem Bedienknopf ein Sicherheitsschalter 322 enthalten sein, um ein Aufhören der Kraftausgabe zu veranlassen, wenn der Benutzer den Bedienknopf nicht wunschgemäß berührt, um zu verhindern, daß sich der Bedienknopf von selbst dreht, wenn der Benutzer ihn nicht berührt.

In einigen Ausführungsformen kann ein anderer Mikroprozessor 324 zur Kommunikation mit dem örtlichen Mikroprozessor 302 enthalten sein. Die Mikroprozessoren 302 und 324 sind vorzugsweise durch einen bidirektionalen Bus 326 zusammengekoppelt. Es können auch zusätzliche elektronische Komponenten zur Kommunikation über Standardprotokolle auf dem Bus 326 eingeschlossen sein. Diese Komponenten können in der Vorrichtung oder einem anderen angeschlossenen Gerät enthalten sein. Der Bus 326 kann ein beliebiger aus einer Vielfalt von unterschiedlichen Datenübertragungsbussen sein; so kann z. B. ein serieller oder paralleler bidirektionaler Bus, eine drahtlose Verbindung, eine Netzwerkarchitektur (wie z. B. CANBus) oder ein unidirektionaler Bus verwendet werden.

Der andere Mikroprozessor 324 kann ein separater Mikroprozessor in einem anderen Gerät oder System sein, der Operationen oder Funktionen mit der gesteuerten Vorrichtung koordiniert. Zum Beispiel kann der andere Mikroprozessor 324 in einem separaten Teilsteuersystem in einem Fahrzeug oder Haus vorgesehen sein, wobei der andere Mikroprozessor das Temperatursystem in dem Wagen oder Haus oder die Position von mechanischen Teilen (Wagenspiegel, Sitze, Garagentor etc.) oder eine zentrale Anzeigevorrichtung steuert, die Informationen von verschiedenen Systemen anzeigt. Oder der andere Mikroprozessor 324 kann eine zentralisierte Steuerungseinheit für viele Systeme sein, die die gesteuerte Vorrichtung aufweisen. Die zwei Mikroprozessoren 302 und 324 können Informationen austauschen, wie sie benötigt werden, um die Steuerung verschiedener Systeme zu erleichtern, Ereignismitteilungen an den Benutzer auszugeben etc.. Wenn der andere Mikroprozessor 324 beispielsweise bestimmt hat, daß sich das Fahrzeug überhitzt, kann der andere Mikroprozessor 324 diese Information dem örtlichen Mikroprozessor 302 übermitteln, der dann eine bestimmte Signalmeldung auf der Anzeige 14 ausgeben kann, um den Benutzer zu warnen. Oder falls der Bedienknopf 26 die Möglichkeit unterschiedlicher Betriebssteuerarten hat, dann kann der andere Mikroprozessor 324 eine unterschiedliche Betriebsart steuern.

Wenn also der Bedienknopf 26 in der Lage ist, sowohl die Ton-Stereoausgabe zu steuern als auch die Temperatursteuerung durchzuführen, dann kann der örtliche Mikroprozessor 302 die Tonfunktionen abhandeln, aber alle Bedienknopf-Meßfühlerdaten an den anderen Mikroprozessor 324 abgeben, um die Temperatursystemeinstellungen zu steuern, wenn die Vorrichtung im Temperatursteuerungsmodus ist.

In anderen Ausführungsformen kann der andere Mikroprozessor 224 beispielsweise ein Host-Mikroprozessor sein, der dem örtlichen Mikroprozessor 202 befiehlt, Kraftempfindungen auszugeben, indem er Host-Steuerbefehle an den örtlichen Mikroprozessor sendet. Der Host-Mikroprozessor kann ein einzelner Prozessor sein oder in einem Rechner wie einem Personalcomputer, einem Arbeitsplatzrechner (Workstation), einer Videospielkonsole, einem mobilen Computer oder einer anderen Rechen- oder Anzeigevorrichtung, einem Aufsetzkasten, einem "Netzrechner" etc. vorgesehen sein. Neben dem Mikroprozessor 224 kann der Host-Computer einen Direktzugriffsspeicher (RAM), einen Festspeicher (ROM), eine Ein-Ausgabe-(I/O)-Schaltung und andere Komponenten von Rechnern einschließen, die Fachleuten auf diesem Gebiet gut bekannt sind. Der Host-Prozessor kann ein Host-Anwendungsprogramm implementieren, mit dem ein Benutzer unter Verwendung des Bedienknopfes 26 und/oder anderer Steuerungen und Peripheriegeräte in Dialog tritt. Das Host-Anwendungsprogramm kann auf Signale vom Bedienknopf 26 ansprechen, wie z. B. die Querbewegung des Bedienknopfes, die Druck- oder Zugsbewegung und die Drehung des Bedienknopfes (z. B. kann der Bedienknopf 26 auf einer Spielesteuerungseinheit oder einer Schnittstellenvorrichtung wie einer Spielunterlage, einem Joystick, einem Lenkrad oder einer Maus vorgesehen sein, die an den Host-Computer angeschlossen ist). In Force-Feedback-Ausführungsbeispielen kann das Host-Anwendungsprogramm Force-Feedback-Steuerbefehle an den örtlichen Mikroprozessor 202 und den Bedienknopf 26 ausgeben. In einem Host-Prozessor-Ausführungsbeispiel oder einer anderen ähnlichen Ausführungsform kann der

Mikroprozessor 202 mit Softwarebefehlen ausgestattet sein, so daß er auf Steuerbefehle oder Anfragen von dem Host-Prozessor wartet, den Steuerbefehl oder die Anfrage analysiert/decodiert und Eingabe- und Ausgabesignale gemäß dem Steuerbefehl oder der Anfrage abhandelt/steuert.

Zum Beispiel kann der Host-Mikroprozessor 324 in einem Force-Feedback-Ausführungsbeispiel niedrigere Kraftsteuerbefehle über den Bus 326 liefern, die der Mikroprozessor 302 direkt zu den Aktuatoren überträgt. In einem anderen Ausführungsbeispiel einer örtlichen Kraftrückkopplungssteuerung liefert der Host-Mikroprozessor 324 höhere Kontrollsteuerbefehle über den Bus 326 an den Mikroprozessor 302, und der Mikroprozessor 302 wickelt niedrigere Kraftsteuerschleifen an die Meßfühler und Aktuatoren in Übereinstimmung mit den höheren Steuerbefehlen und unabhängig vom Host-Computer ab. In der örtlichen Steuerungsausführung kann der Mikroprozessor 302 Sensorsignale unabhängig verarbeiten, um entsprechende Ausgabe-Aktuatorsignale zu bestimmen, indem er den Instruktionen eines "Kraftprozeßablaufes" folgt, der im örtlichen Speicher 306 gespeichert sein kann und Rechenbefehle, Formeln, Kraftgrößen (Kraftprofile) und/oder andere Daten enthält. Der Kraftprozeßablauf kann ausgeprägte Kraftempfindungen wie Vibrationen, Strukturen, Rucke oder sogar simulierte Wechselwirkungen zwischen angezeigten Objekten steuern, wie im Patent 5,734,373 in größerer Einzelheit beschrieben.

In einer alternativen Ausführungsform ist kein örtlicher Mikroprozessor 302 in der Schnittstellenvorrichtung enthalten, und ein entfernter Mikroprozessor, wie z. B. der Mikroprozessor 324, steuert und verarbeitet alle Signale an die und von den Komponenten der Schnittstellenvorrichtung. Oder eine festverdrahtete digitale Logik kann beliebige Eingabe-/Ausgabefunktionen an den Bedienknopf 26 durchführen.

Zwar ist diese Erfindung bezogen auf mehrere bevorzugte Ausführungsbeispiele beschrieben worden, es gibt jedoch

19.10.00

- 45 -

Veränderungen, Abwandlungen und Vertauschungen davon, die unter den Schutzbereich dieser Erfindung fallen. Es sei auch darauf hingewiesen, daß die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele in einer bestimmten Implementierung auf verschiedene Art und Weise kombiniert werden können. Des weiteren ist die bestimmte Terminologie zum Zwecke der darstellerischen Klarheit verwendet worden und nicht zur Einschränkung der vorliegenden Erfindung. Daher sollen die folgenden beiliegenden Ansprüche solche Veränderungen, Abwandlungen und Vertauschungen einschließen, die unter den eigentlichen Erfindungsgedanken und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung fallen.

19.10.00

- 1 -

Ansprüche

Aktenzeichen: 200 14 425.1

1. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung umfassend:
  - einen Bedienknopf, der in einem Rotationsfreiheitsgrad um eine Achse drehbar ist, die sich durch den Bedienknopf hindurch erstreckt, wobei der Bedienknopf auch in einer Querebene beweglich ist, die annähernd lotrecht zu der Achse ist;
  - einen Mechanismus, der der Bewegung des Bedienknopfes in der Querebene eine bestimmte Seitenrichtung zur Verfügung stellt, wobei die vorbestimmte Seitenrichtung eine aus einer Vielzahl von vorbestimmten Seitenrichtungen in der Querebene ist, die der Mechanismus zuläßt, wobei der Mechanismus ein Durchlaßelement und ein Tauchkolbenelement einschließt, und das Tauchkolbenelement an einer Seite des Durchlaßelementes angreift;
  - einen Drehsensor, der eine Position des Bedienknopfes in dem Rotationsfreiheitsgrad erfaßt; und
  - einen Seitenmeßfühler, der dazu dient, eine Position des Bedienknopfes in der bestimmten Seitenrichtung zu erfassen.
2. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Durchlaßelement eine Vielzahl von Spurnuten einschließt und jede der Spurnuten einer der vorbestimmten Seitenrichtungen entspricht, wobei das Tauchkolbenelement in eine der Spurnuten eingreift.
3. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei entweder das Durchlaßelement oder das Tauchkolbenelement fest angebracht ist, und das jeweils andere Element an den Bedienknopf angekuppelt ist.
4. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Durchlaßelement und das Tauchkolbenelement ein erstes Durchlaßelement und ein

19.10.00

-2-

erstes Tauchkolbenelement sind und von der durch den Bedienknopf hindurch verlaufenden Achse versetzt angeordnet sind, und wobei der Mechanismus ferner ein zweites Durchlaßelement und ein zweites Tauchkolbenelement umfaßt, die auf einer anderen Seite der Achse angeordnet sind als das erste Durchlaßelement und das erste Tauchkolbenelement.

5. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei das zweite Durchlaßelement zum Eingriff mit dem zweiten Tauchkolbenelement mit einer annähernd konischen, nicht profilierten Oberfläche versehen ist.
6. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vielzahl von vorbestimmten Seitenrichtungen echte Seitenrichtungen sind, in die sich der Bedienknopf linear bewegt und nicht schwenkt.
7. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Bedienknopf linear entlang der Drehachse bewegt werden kann, und ferner umfassend einen Meßfühler zum Erfassen einer Bewegung des Bedienknopfes entlang der Drehachse.
8. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Aktuator, der an den Bedienknopf gekoppelt ist und dazu dient, eine Kraft in dem Rotationsfreiheitsgrad um die Achse auszugeben.
9. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Aktuator eine Welle einschließt, die in annähernd paralleler Richtung zu der Drehachse bewegt werden kann, wobei die Welle so bewegt wird, wenn der Bedienknopf von dem Benutzer gedrückt wird.
10. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend eine Anzeige,



19.10.00

-3-

wobei ein Bild auf der Anzeige unter Ansprechen auf die Betätigung des Bedienknopfes in der bestimmten Seitenrichtung geändert wird.

11. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Mechanismus zwei Schieberelemente einschließt, die so eingesetzt sind, daß sie quer zueinander gleiten und die Bewegung in der Querebene ermöglichen.
12. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung umfassend:
  - einen Bedienknopf, der in einem Rotationsfreiheitsgrad um eine Achse drehbar ist, die sich durch den Bedienknopf hindurch erstreckt, wobei der Bedienknopf auch in einer Querebene beweglich ist, die annähernd lotrecht zu der Achse ist;
  - einen Mechanismus, der der Bewegung des Bedienknopfes in der Querebene eine bestimmte Seitenrichtung zur Verfügung stellt, wobei die vorbestimmte Seitenrichtung eine aus einer Vielzahl von vorbestimmten Seitenrichtungen in der Querebene ist, die der Mechanismus zuläßt, wobei der Mechanismus zwei Schieberelemente einschließt, die so eingesetzt sind, daß sie quer zueinander gleiten und die Bewegung in der Querebene ermöglichen;
  - einen Drehsensor, der eine Position des Bedienknopfes in dem Rotationsfreiheitsgrad erfaßt; und
  - einen Seitenmeßfühler, der dazu dient, eine Position des Bedienknopfes in der bestimmten Seitenrichtung zu erfassen.
13. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 12, wobei die zwei Schieberelemente eine Vielzahl von Keilen und Nuten aufweisen, wobei die Keile mit den Nuten in Eingriff gehen, um einem der Schieber eine Bewegung in einem ersten Seitenfreiheitsgrad und dem anderen der Schieber eine

Bewegung in einem zweiten Seitenfreiheitsgrad zu ermöglichen.

14. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 13, wobei der Mechanismus ein Durchlaßelement und ein Tauchkolbenelement einschließt, wobei das Tauchkolbenelement an einer Seite des Durchlaßelementes angreift.
15. Bedienknopf-Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei das Durchlaßelement eine Vielzahl von Spurnuten einschließt und jede der Spurnuten einer der vorbestimmten Seitenrichtungen entspricht, wobei das Tauchkolbenelement in eine der Spurnuten eingreift.
16. Haptische Steuerungsvorrichtung umfassend:
  - ein Benutzer-Handhabungsgerät, das in einem Rotationsfreiheitsgrad um eine Drehachse drehbar ist, die sich durch das Handhabungsgerät hindurch erstreckt, wobei das Handhabungsgerät auch linear entlang der Drehachse beweglich ist;
  - einen Drehsensor, der eine Position des Handhabungsgeräts in dem Rotationsfreiheitsgrad erfaßt;
  - einen Aktuator, der an das Handhabungsgerät gekoppelt ist und dazu dient, eine Kraft in dem Rotationsfreiheitsgrad um die Achse auszugeben, wobei der Aktuator eine Welle einschließt, die coaxial mit der Drehachse ist, und wobei die Welle linear entlang der Drehachse bewegt werden kann, um die lineare Bewegung des Handhabungsgeräts aufzunehmen; und
  - einen Meßfühler zum Erfassen der linearen Bewegung des Handhabungsgeräts entlang der Drehachse.
17. Haptische Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 16, wobei die Welle des Aktuators starr an einen Rotor des Aktuators gekuppelt ist, so daß der Rotor und die Welle sich zugleich linear entlang der Drehachse bewegen können, und wobei ein Stator des Aktuators fest angebracht ist.

18. Haptische Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 17, wobei Magnete des Stators sich über eine Länge erstrecken, die größer ist als eine Länge eines Ankers des Rotors, so daß der Anker sich immer vollständig in einem Magnetfeld der Magnete befindet, ungeachtet einer Position der Welle entlang der Drehachse.
19. Haptische Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, wobei Kollektorstangen des Aktuators länger sind als nötig, falls die Welle sich nicht bewegte, so daß Bürsten des Aktuators in ständigem Kontakt mit den Kollektorstangen sind, ungeachtet einer Position der Welle entlang der Drehachse.
20. Haptische Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, wobei ein Rotor und ein Stator des Aktuators im Hinblick auf die lineare Bewegung der Welle entlang der Drehachse fest angebracht sind.
21. Haptische Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 20, wobei die Welle ein erstes Merkmal einschließt und wobei die Welle innerhalb einer Bohrung in dem Rotor gleitet, der ein zweites Merkmal aufweist, das mit dem ersten Merkmal zusammenwirkt und es der Welle ermöglicht, den Rotor zu drehen.
22. Haptische Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, wobei der Aktuator ein Gleichstrommotor des Bürstentyps ist.
23. Haptische Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 22, wobei das Benutzer-Handhabungsgerät ein Bedienknopf ist.
24. Rotationsaktuator mit Axialübersetzungsmöglichkeit, wobei der Aktuator umfaßt:
  - einen Stator mit einem Gehäuse und einer Vielzahl von Magneten; und

19.10.00

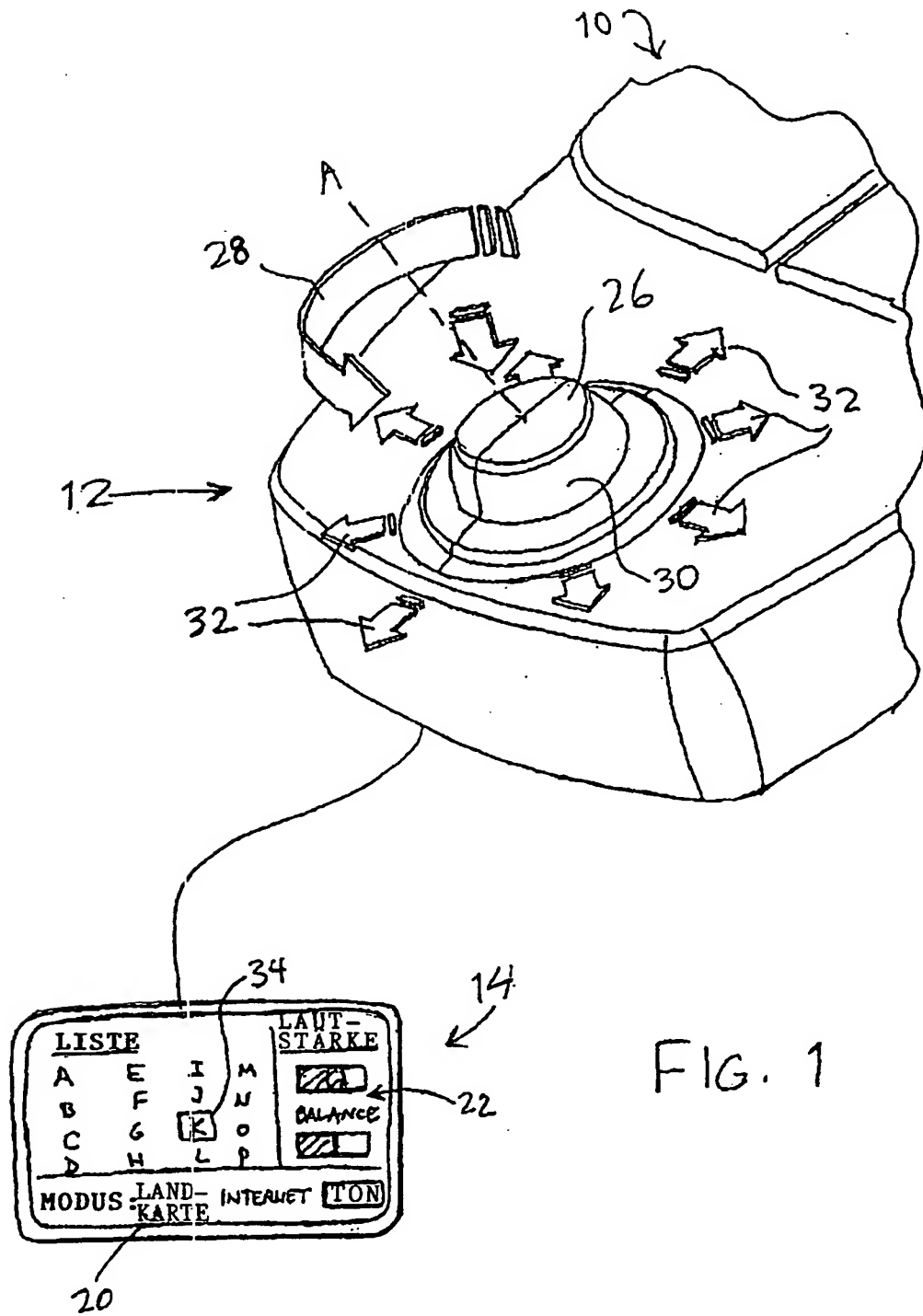
-6-

- einen Rotor, der zur Rotation um eine Drehachse in dem Gehäuse geeignet und betriebsfähig ist, sich im Hinblick auf den Stator fortschreitend entlang der Drehachse zu bewegen.
25. Rotationsaktuator nach Anspruch 24, wobei der Rotor einen in dem Gehäuse drehbetriebsfähigen Anker und eine mit der Drehachse koaxiale Welle einschließt, die an den Anker gekuppelt ist und mit dem Anker rotiert, wobei die Welle und der Anker sich fortschreitend entlang der Drehachse bewegen können.
26. Haptische Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 25, wobei die Magnete des Stators sich bis zu einer Länge erstrecken, die größer ist als eine Länge des Ankers des Rotors, so daß der Anker sich immer vollständig in einem Magnetfeld der Magnete befindet, ungeachtet einer Position der Welle entlang der Drehachse.
27. Haptische Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 26, wobei Kollektorstangen des Rotors länger sind als nötig, falls sich die Welle nicht bewegte, so daß Bürsten des Stators in ständigem Kontakt mit den Kollektorstangen sind, ungeachtet einer Position der Welle entlang der Drehachse.
28. Haptische Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 27, wobei der Aktuator ein Gleichstrommotor des Bürstentyps ist.
29. Steuervorrichtung umfassend:
- ein Handhabungsgerät für körperlichen Kontakt und Betätigung durch einen Benutzer, wobei das Handhabungsgerät um eine Drehachse gedreht und entlang der Drehachse parallel verschoben werden kann;
  - einen Meßfühler zum Erfassen der Rotation des Handhabungsgeräts; und

- eine Getriebeanordnung mit zwei ineinandergreifenden Zahnrädern, wobei die Zahnräder die Drehbewegung von dem Bedienknopf auf den Meßfühler übertragen, und wobei die ineinandergreifenden Zahnräder gegenseitig übersetzen, wenn der Bedienknopf parallel verschoben wird.
30. Steuervorrichtung nach Anspruch 29, wobei das Handhabungsgerät ein Bedienknopf ist.
  31. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 30, ferner umfassend einen Aktuator, der eine Rotationskraft auf den Bedienknopf ausgibt.
  32. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 31, wobei die Rotation dazu verwendet wird, ein veränderliches Signal an ein elektronisches Gerät einzugeben, um einen Parameter oder eine Funktion des elektronischen Geräts zu beeinflussen.
  33. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 32, wobei die fortschreitende Bewegung zur Eingabe eines Signals an ein elektronisches Gerät verwendet wird, um einen Parameter oder eine Funktion des elektronischen Geräts zu beeinflussen, und ferner umfassend einen Meßfühler, der zumindest eine Position des Bedienknopfes in dem translatorischen Freiheitsgrad erfassen kann.
  34. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 33, wobei der Bedienknopf durch ein an den Bedienknopf gekuppeltes Federelement mit einer Zentrierfederkraft versehen ist.

19·10·00

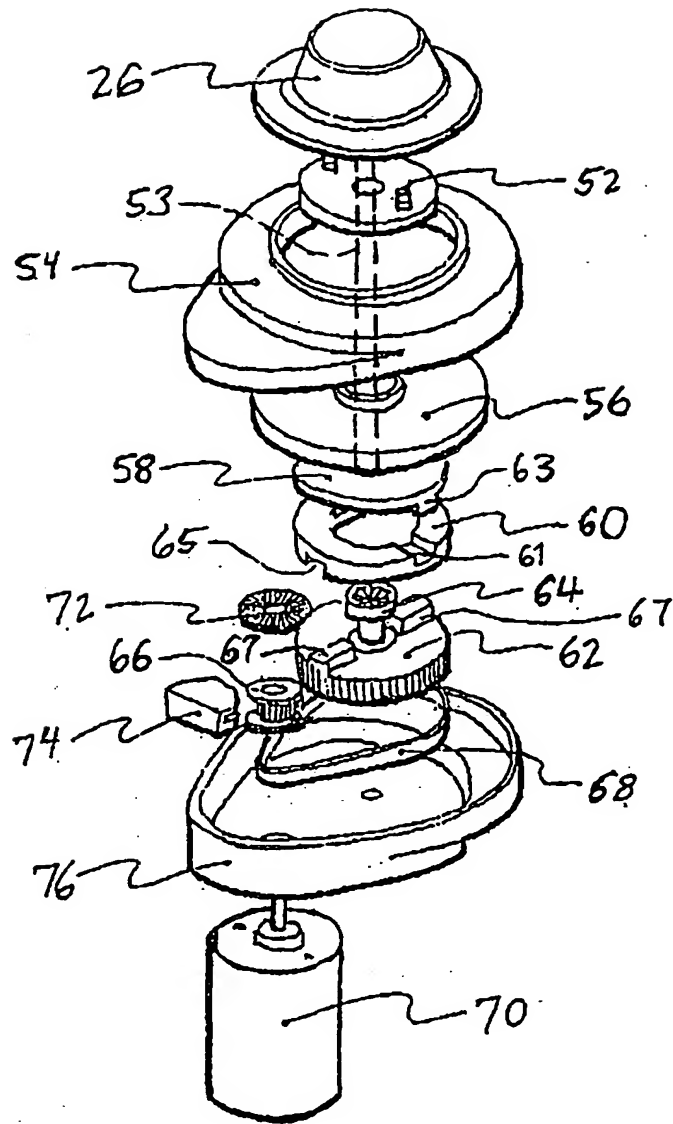
Aktenzeichen: 200 14 425.1



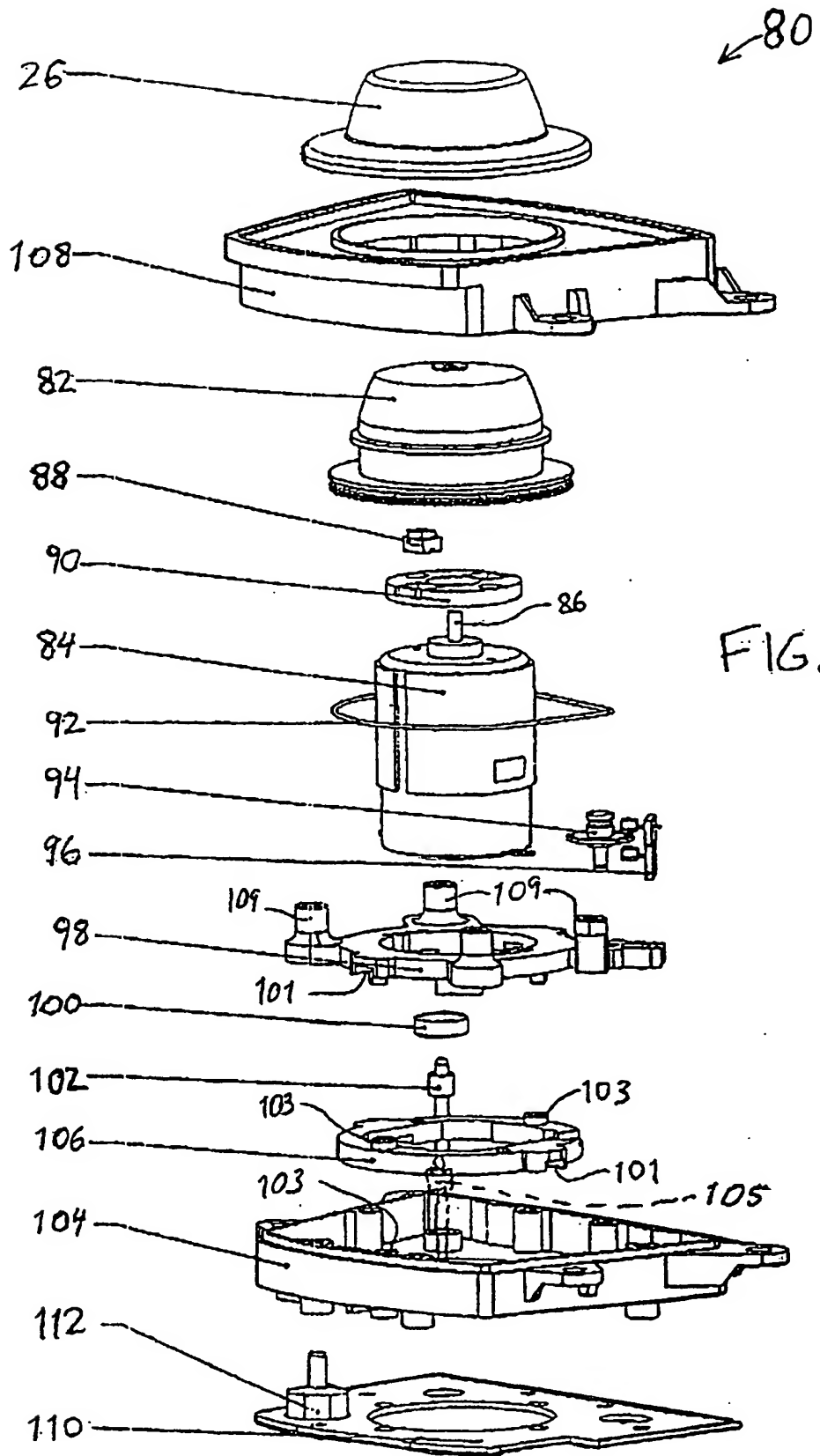
19 10 00

FIGUR 2

50



19 10 00





19·10·00

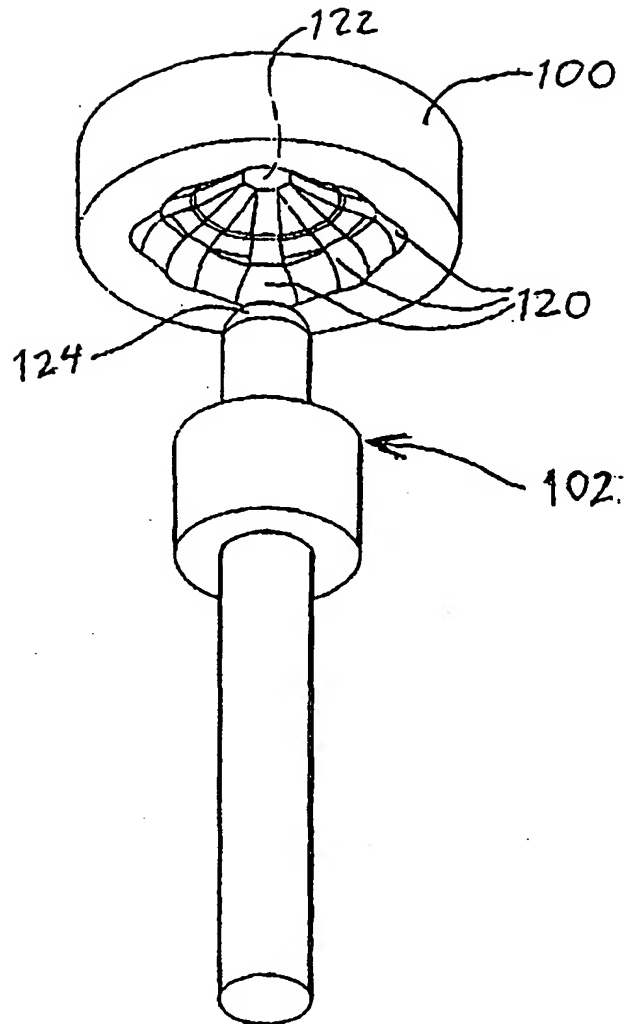
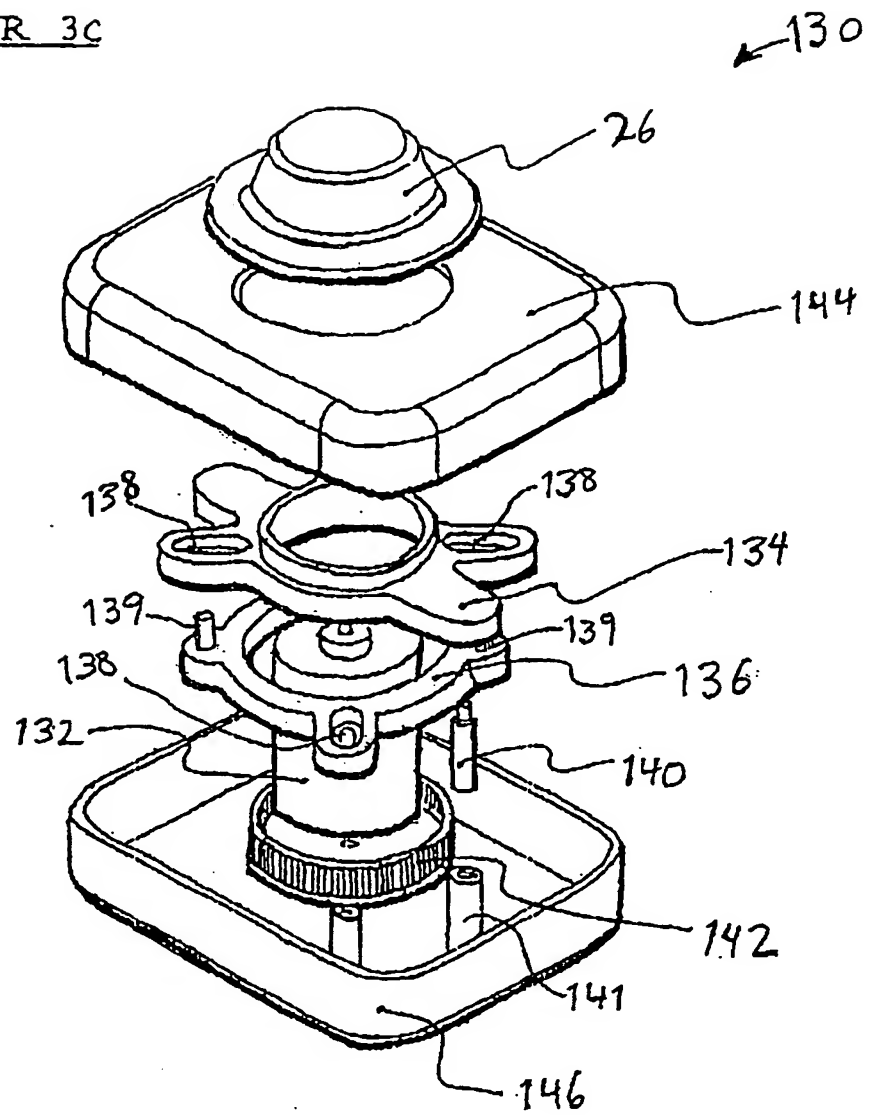


FIG. 3b

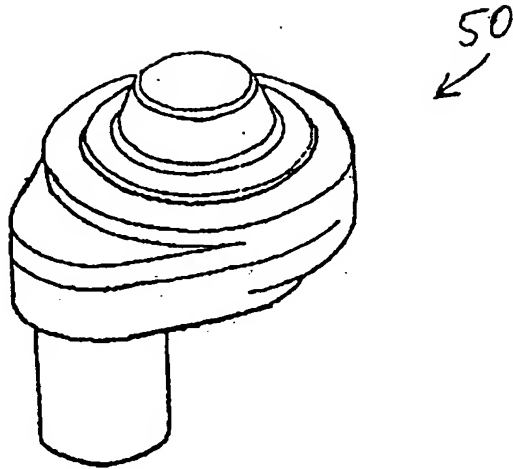
19:10:00

FIGUR 3C

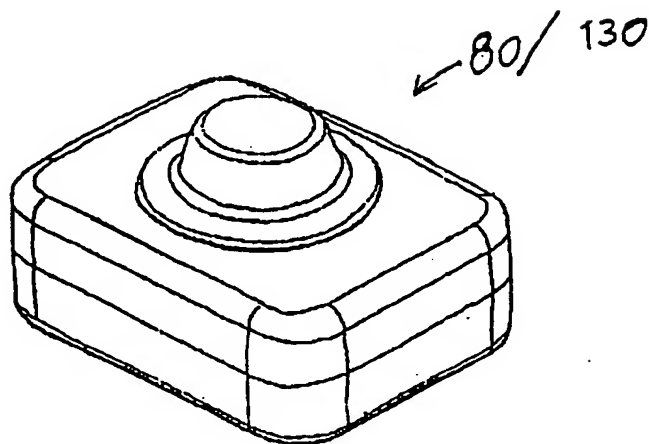


19·10·00

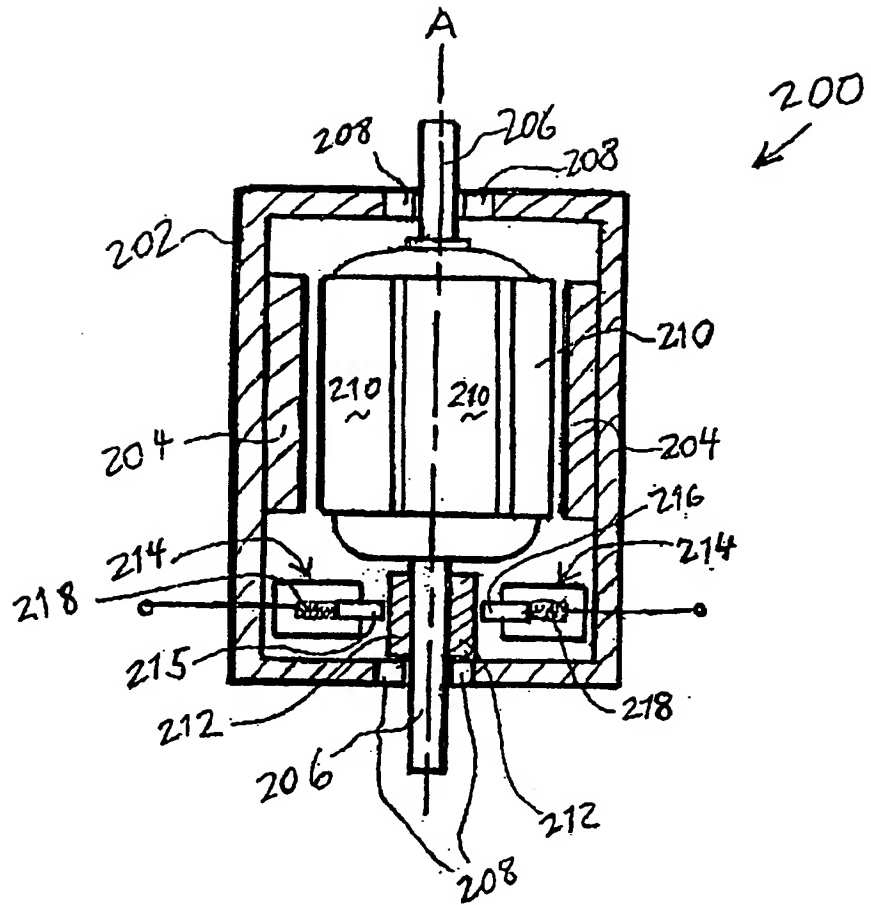
FIGUR 4a



FIGUR 4b



19·10·00



FIGUR 5  
(STAND DER TECHNIK)

19 10 00

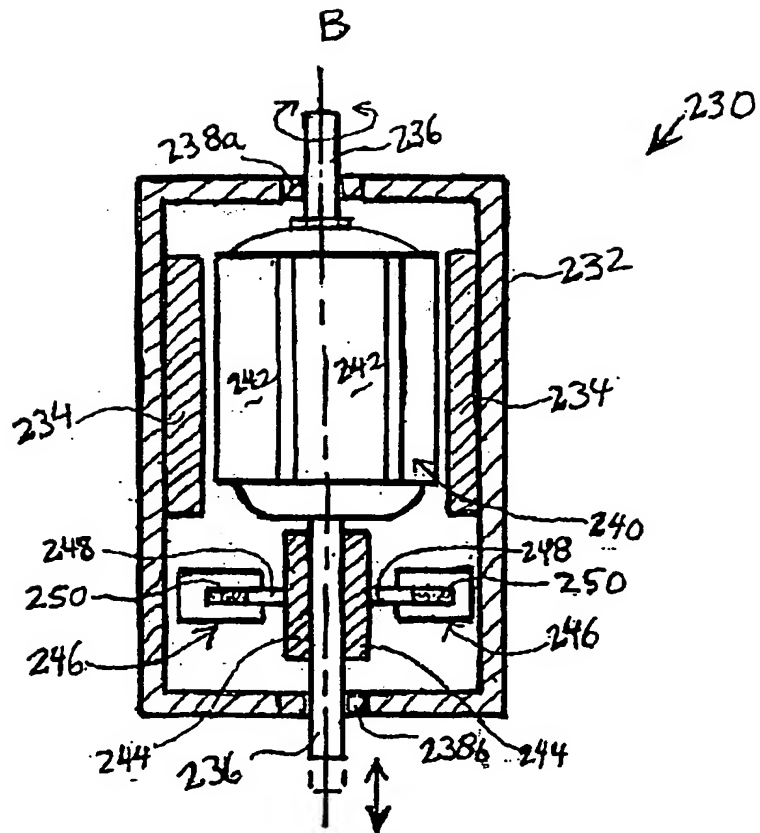


FIGURE 6



19·10·00

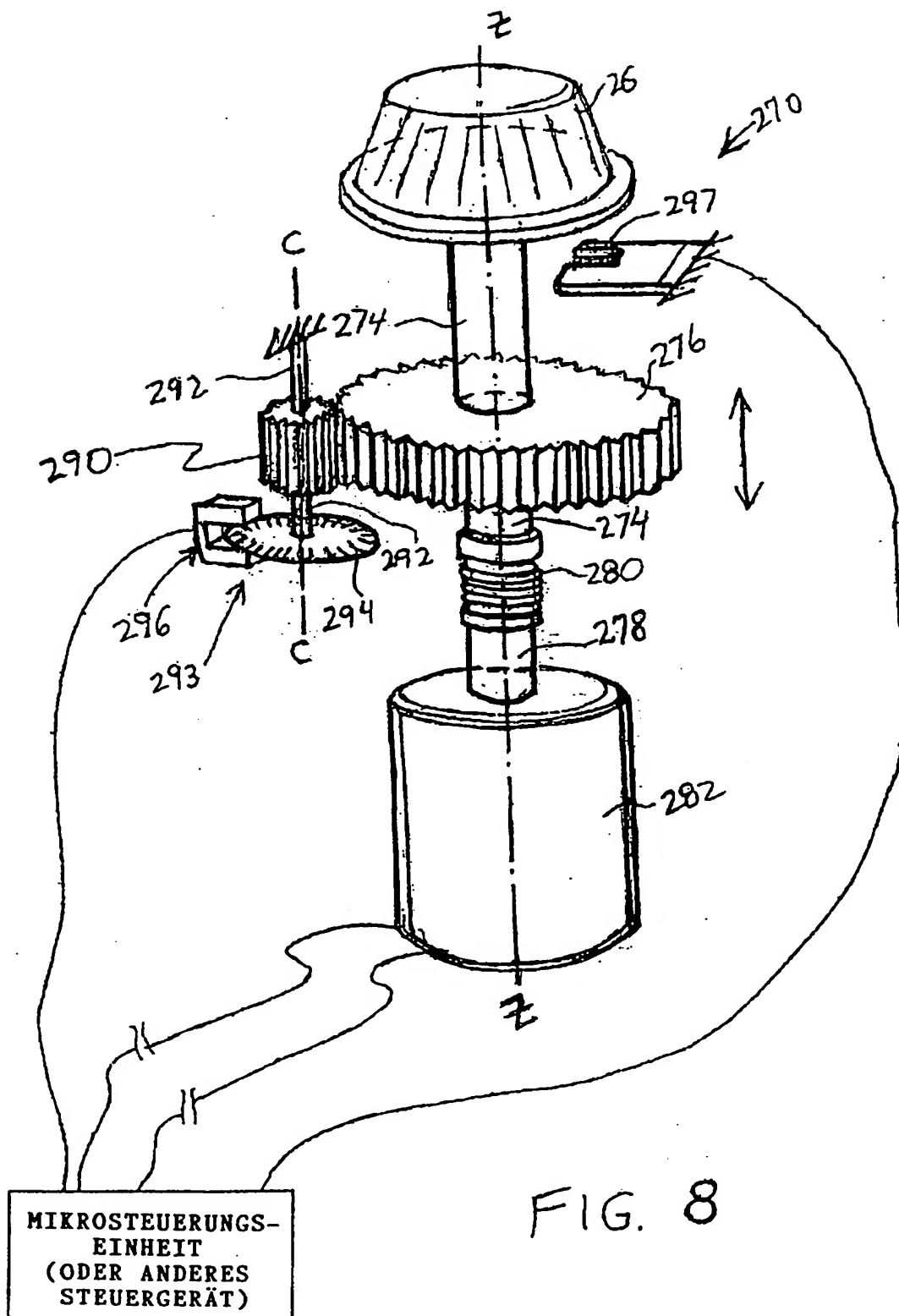


FIG. 8

19-10-00

